



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

37056

ESTUDIO DE LA EVOLUCION DE LOS  
COMPUESTOS DEL NITROGENO EN EL  
SUELO Y SUBSUELO  
ITGE, 2a FASE 1989-1990

**PARTE III**  
**CARACTERIZACION HIDROQUIMICA**

## PARTE III

### INDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos	2
1.2. Enfoque	2
1.3. Metodología	3
<b>2. MUESTREO HIDROQUIMICO</b>	<b>5</b>
2.1. Determinaciones realizadas "in situ"	6
2.2. Determinaciones realizadas en laboratorio	7
<b>3. PERIODO DE CULTIVO DE VEZA</b>	<b>8</b>
3.1. Parámetros determinados "in situ"	9
3.2. Parámetros determinados en laboratorio	13
3.3. Evolución de parámetros en el tiempo	22
3.4. Evolución de parámetros en profundidad	29
<b>4. PERIODO DE CULTIVO DE MAIZ</b>	<b>36</b>
4.1. Parámetros determinados "in situ"	37
4.2. Parámetros determinados en laboratorio	42
4.3. Evolución de parámetros en el tiempo	49
4.4. Evolución de parámetros en profundidad	59
<b>5. RESUMEN Y CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>

### PARTE III

#### INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1. Relación Temperatura - Profundidad (Cultivo veza. E-2)	11
Figura 3.2. Relación O <sub>2</sub> disuelto - Profundidad (Cultivo veza. E-2)	12
Figura 3.3. Regresión lineal entre conductividad de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)	14
Figura 3.4. Relación entre pH de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)	14
Figura 3.5. Relación entre NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)	15
Figura 3.6. Relación entre NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)	15
Figura 3.7. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-08, L-09 y L-10 (Cultivo veza. E-2)	24
Figura 3.8. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-11, L-12 y L-13 (Cultivo veza. E-2)	26

Figura 3.9.	Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-14, P-02' y P-02 (Cultivo veza. E-2)	28
Figura 3.10.	Perfiles iónicos en profundidad para octubre y noviembre de 1988 (Cultivo veza. E-2)	32
Figura 3.11.	Perfiles iónicos en profundidad para diciembre de 1988 y enero de 1989 (Cultivo veza. E-2)	33
Figura 3.12.	Perfiles iónicos en profundidad para febrero y marzo de 1989 (Cultivo veza. E-2)	34
Figura 3.13.	Perfiles iónicos en profundidad para abril y mayo de 1989 (Cultivo veza. E-2)	35
Figura 4.1.	Relación O <sub>2</sub> disuelto - Temperatura (Cultivo maíz. E-2)	40
Figura 4.2.	Relación Temperatura - Profundidad (Cultivo maíz. E-2)	41
Figura 4.3.	Relación O <sub>2</sub> disuelto - Profundidad (Cultivo maíz. E-2)	41
Figura 4.4.	Regresión lineal entre conductividad de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)	42
Figura 4.5.	Relación entre pH de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)	43

Figura 4.6.	Relación entre $\text{NH}_4^+$ de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)	44
Figura 4.7.	Relación entre $\text{NO}_2^-$ de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)	45
Figura 4.8.	Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-08, L-09 y L-10 (Cultivo veza. E-2)	50
Figura 4.9.	Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-11, L-12 y L-13 (Cultivo maíz. E-2)	52
Figura 4.10.	Evolución en el tiempo de los contenidos iónicos para los piezómetros P-02' y P-02 (Cultivo maíz. E-2)	53
Figura 4.11.	Evolución en el tiempo de la relación $r\text{Cl}^-/r\text{SO}_4^-$ (Cultivo maíz. E-2)	55
Figura 4.12.	Perfiles iónicos en profundidad para junio y julio de 1989 (Cultivo maíz. E-2)	60
Figura 4.13.	Perfiles iónicos en profundidad para agosto y septiembre de 1989 (Cultivo maíz. E-2)	61
Figura 4.14.	Perfiles iónicos en profundidad para octubre y noviembre de 1989 (Cultivo maíz. E-2)	62

Figura 4.15. Perfiles iónicos en profundidad para  
diciembre de 1989 (Cultivo maíz.E-2)

63



### PARTE III

#### INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Métodos empleados en las determinaciones realizadas "in situ"	6
Tabla 3.1. Resultados del ajuste de distribución obtenidos para las variables determinadas en campo. (Cultivo de veza. E-2)	10
Tabla 3.2. Matriz de correlación para las variables de campo (Cultivo veza. E-2)	10
Tabla 3.3. Comunalidades de cada variable con el resto (Cultivo veza. E-2)	12
Tabla 3.4. Resultados del ajuste de distribución obtenidos para las variables determinadas en laboratorio (Cultivo veza. E-2)	16
Tabla 3.5. Matriz de correlación para las variables de laboratorio (Cultivo veza. E-2)	18
Tabla 3.6. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial (Cultivo veza. E-2)	21-22
Tabla 4.1. Resultados del ajuste de distribución obtenidos para las variables determinadas en campo (Cultivo maíz. E-2)	39

Tabla 4.2. Matriz de correlación para las variables de campo (Cultivo maíz. E-2)	39
Tabla 4.3. Comunalidades de cada variable con el resto (Cultivo maíz. E-2)	41
Tabla 4.4. Resultados del ajuste de distribución para las variables determinadas en laboratorio (Cultivo maíz. E-2)	46
Tabla 4.5. Matriz de correlación para las variables de laboratorio (Cultivo maíz. E-2)	46
Tabla 4.6. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial (Cultivo maíz. E-2)	47-48

**PARTE III**

**ANEXOS**

**ANEXO 4 Resultados de las determinaciones realizadas  
"in situ"**

**ANEXO 5 Resultados de las determinaciones realizadas en  
laboratorio**

## **1. INTRODUCCION**

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Objetivos

El objetivo principal de esta Parte III es describir el movimiento de especies químicas en la zona no saturada, así como su relación con el flujo de agua.

Específicamente, el interés prioritario es poder conocer el comportamiento de los compuestos inorgánicos del nitrógeno, y las transformaciones entre las distintas especies involucradas.

### 1.2. Enfoque

El estudio se ha centrado en la parcela E-2 ya que:

- a) Según los resultados de la 1ª Fase del estudio, hidroquímicamente las muestras recogidas en zona no saturada presentan salinidades diferentes para las 3 parcelas experimentales. E-1 es la de mayor salinidad y E-3 la de menor. La composición hidroquímica en todo el perfil de E-2 es bastante uniforme y muy próxima a la de las aguas subterráneas.
- b) Es la única en la que se conoce el movimiento del agua en el perfil porque ha sido modelizado a partir de los datos de tensiometría, y en ella se ha llevado a cabo un ensayo de trazador (ver Parte II). El conocimiento del flujo es imprescindible para la interpretación hidroquímica posterior.

El tratamiento de los resultados se va a realizar de manera independiente en función del cultivo. Este criterio sigue las directrices empleadas en el modelo de flujo, y

se basa en la variación de las condiciones agronómicas (riegos-abonados-características específicas del cultivo, etc.) y físicas (humedad, permeabilidad, etc.) entre las diferentes especies cultivadas en el período de estudio.

Estas especies fueron veza, desde octubre-noviembre de 1988 hasta mayo de 1989; y maíz, desde junio a diciembre de 1989. Es decir el período total es de 14 meses, habiéndose retomado los datos finales del año 1988 (1ª Fase).

Además de los criterios expuestos, hay que tener en cuenta que la distinción cultivo veza-cultivo de maíz tiene gran importancia desde el punto de vista hidroquímico, ya que mientras la veza es una leguminosa con gran capacidad de fijación de  $N_2$  atmosférico, el maíz tiene un potencial de fijación mucho menor. (Ver informe anexo "Microorganismos del suelo implicados en el ciclo del nitrógeno").

### **1.3. Metodología**

Los pasos metodológicos llevados a cabo en el estudio incluyen:

1. Muestreo hidroquímico. Con periodicidad mensual se muestrearon tanto los lisímetros de succión como los piezómetros. Se realizaron análisis "in situ" de constituyentes inestables.

Las muestras recogidas se enviaron a los laboratorios del ITGE, para análisis de bromuros; y del IRYDA, para el resto de determinaciones.

2. Interpretación de resultados

- Descripción estadística univariante, bivariante y multivariante, ya que la amplia población estudiada puede considerarse representativa.
- Representación de las variaciones temporales y en profundidad para los distintos contenidos iónicos. Las variables tiempo y profundidad se excluyen del análisis estadístico, ya que son fijas, de acuerdo con el plan de muestreo.
- Los resultados obtenidos se integran con los aportados por el modelo de flujo para comprender el comportamiento global del sistema.
- Finalmente, se extraen las conclusiones obtenidas

## 2. MUESTREO HIDROQUIMICO



## 2. MUESTREO HIDROQUIMICO

### 2.1. Determinaciones realizadas "in situ"

Durante los muestreos realizados se han determinado en campo una serie de parámetros inestables: temperatura, conductividad, pH, O<sub>2</sub> disuelto, Eh, así como las concentraciones de nitritos y amonio.

Estas determinaciones sólo se realizaron cuando se contaba con suficiente volumen, ya que se consideró prioritario obtener muestra para análisis de bromuro (época de duración del ensayo de trazador) y para análisis de laboratorio.

En la tabla 2.1. se resumen las características de los métodos empleados.

Tabla 2.1. Métodos empleados en las determinaciones realizadas "in situ"

Parámetro	Aparato de Medida	Rango	Precisión
Temperatura	Termómetro de mercurio	0 - 50°C	± 0.1°C
Conductividad	Conductivímetro HANNA-8733	0 - 1999 µS/cm 0 - 19.99 mS/cm	± 1.0 µS/cm ± 0.01 mS/cm
pH	pH-metro CRISON-506	0 - 14	± 0.01 unidades
O <sub>2</sub> Disuelto	Oxímetro SIMPLAIR-4000	0.0 - 20.0 mg/l	± 0.1 mg/l
Eh	Electrodo de platino Ref. Ag/Ag Cl		± 1.0 mV
Nitritos	Nitri-Test, Test Aquamerck 11118	0 - 1 mg/l	Variable
Amonio	NH <sub>4</sub> - Test Aquaquant 14400	0.05 - 0.8 mg/l	Variable

Los lisímetros se muestrean con una periodicidad mensual, de ahí que el agua esté almacenada en su interior durante un tiempo que depende de las condiciones físicas del entorno. Por tanto, los datos obtenidos en campo tienen una validez limitada, que a continuación se tratará de analizar.

Para las determinaciones específicas de nitritos y amonio, el problema se complica ya que se utiliza un método de análisis colorimétrico por rangos, de baja sensibilidad.

Los datos obtenidos en campo se recogen en el anexo 4.

## **2.2. Determinaciones realizadas en laboratorio**

Las muestras de agua, una vez recogidas en campo, se enviaron de forma inmediata al laboratorio del IRYDA donde se analizaron los siguientes parámetros: conductividad, pH,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , B; y al laboratorio del ITGE en Tres Cantos, para análisis de  $\text{Br}^-$ . (Ver capítulo 3 de la Parte II).

Los datos obtenidos se adjuntan como anexo 5.

### **3. PERIODO DE CULTIVO DE VEZA**

### 3. PERIODO DE CULTIVO DE VEZA

Como se ha comentado antes, el tratamiento de los resultados se va a realizar de forma independiente en función del cultivo. En primer lugar se tratará la veza, sembrada en octubre-noviembre de 1988 y recogida en mayo de 1989.

#### 3.1. Parámetros determinados "in situ"

El número total de muestras analizadas en campo es de 61, aunque en muchas de ellas el volumen de agua recogida era tan escaso que no se pudieron analizar todos los parámetros mencionados en el apartado 2.1.

Este número de muestras puede considerarse suficientemente amplio para someter a la población a un análisis que se realizó con ayuda del paquete gráfico-estadístico STATGRAPHICS.

La distribución de cada variable fue sometida a un test de ajuste. Los resultados de este análisis univariante se resumen en la tabla 3.1.

Se han probado los dos ajustes más frecuentes en la Naturaleza: normal y lognormal. Se exceptúa el pH, que por su definición lleva implícito el carácter logarítmico, y el Eh, en el que se registraron valores negativos.

Las variables consideradas no siguen una distribución normal ni lognormal, excepto para el caso de la temperatura y O<sub>2</sub>, cuyos índices  $\chi^2$  y aún mejor, Kolmogorov-Smirnov, son significativos en la distribución normal.

### 3.2. Parámetros determinados en laboratorio

El número total de muestras analizadas es de 61, aunque el escaso volumen recogido en un buen número de ellas no permitió la realización de análisis completo.

En primer lugar, se realizó la comparación de los datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio.

En la figura 3.3 se ha representado la conductividad de laboratorio frente a la de campo. Aunque la recta de regresión lineal,  $Cond_{lab} = 1021 + 0.70 Cond_C$ , posee un coeficiente de correlación alto, 0.82 ( $R^2 = 69\%$ ), no es todo lo alto que cabía esperar para esta variable. Generalmente la conductividad es un parámetro conservativo, pero en este caso, la mayor parte de los datos de laboratorio son superiores a los de campo. Si consideramos que los errores experimentales en las 2 variables pueden ser comparables, es posible que haya existido un proceso de disolución de materia en suspensión durante el almacenamiento de la muestra.

La figura 3.4 enfrenta los valores de pH de laboratorio con los de campo. en este caso la correlación es muy baja y prácticamente en todas las observaciones, el pH registrado en campo es menor que el obtenido en laboratorio. Es muy probable que durante el periodo de almacenamiento, la muestra haya perdido  $CO_2$  por desgasificación produciendo un aumento generalizado del pH.

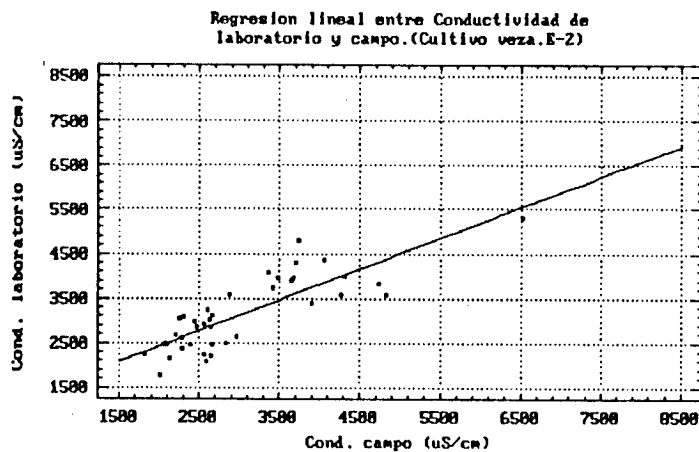


Fig. 3.3. Regresión lineal entre conductividad de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)

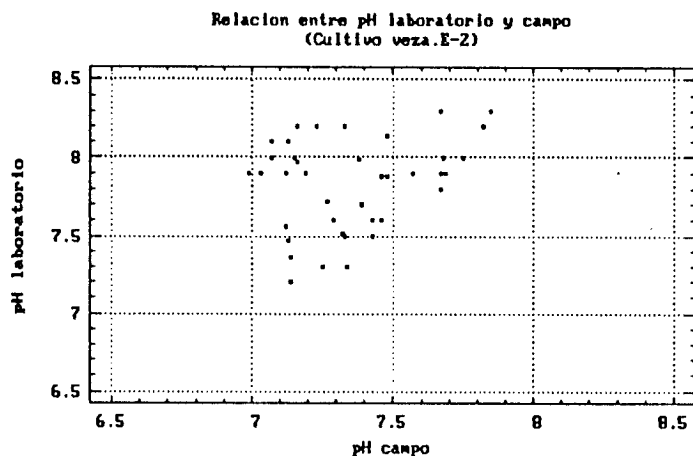


Fig. 3.4. Relación entre pH de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)

En las figuras 3.5 y 3.6 se representan las relaciones entre los valores de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_2^-$  obtenidos en campo y en laboratorio. En ambos casos, y a pesar de que el método de detección en campo es de baja sensibilidad, es ostensible la diferencia entre campo y laboratorio. Este hecho era previsible, pues la oxidación de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NO}_3^-$  es rápida en ambiente oxidante donde el calor y la luz pueden

actuar como agentes energéticos. Por tanto, se puede concluir que la determinación de estos dos contenidos en laboratorio no es de utilidad.

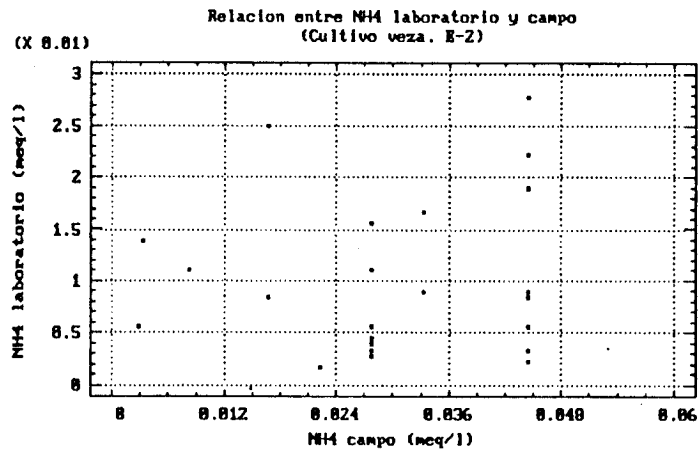


Fig. 3.5. Relación entre  $\text{NH}_4^+$  de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)

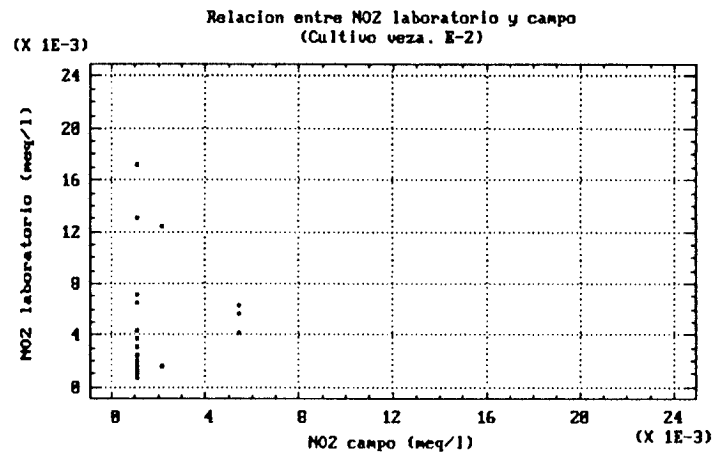


Fig. 3.6. Relación entre  $\text{NO}_2^-$  de laboratorio y campo (Cultivo veza. E-2)

Como en el caso de las variables de campo, la distribución de cada parámetro se comparó con las funciones "tipo" normal

y lognormal (exceptuando el pH, que lleva implícito ya el carácter logarítmico). Los resultados se resumen en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Resultados del ajuste de distribución obtenidos para las variables determinadas en laboratorio (Cultivo veza. E-2)

	Tipo de Distribución Ajustada	Media $\bar{x}$	Desviación Típica $\sigma$	Nivel de Significación	
				Test $\chi^2$	Test de Kolmogorov-Smirnov
Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	Normal	3690	1345	0.05	0.26
	Lognormal	3685	1280	0.50	0.999
pH	Normal	7.94	0.29	$1.0 \times 10^{-7}$	0.07
$\text{Na}^+$ (meq/l)	Normal	12.02	5.43	$6.2 \times 10^{-6}$	$5.6 \times 10^{-4}$
	Lognormal	12.0	5.12	$7.7 \times 10^{-3}$	$8.6 \times 10^{-3}$
$\text{K}^+$ (meq/l)	Normal	0.22	0.17	$8 \times 10^{-11}$	$5.7 \times 10^{-3}$
	Lognormal	0.22	0.20	$1 \times 10^{-3}$	0.08
$\text{Ca}^{++}$ (meq/l)	Normal	17.64	6.76	$5.3 \times 10^{-5}$	0.15
	Lognormal	17.6	6.7	0.11	0.47
$\text{Mg}^{++}$ (meq/l)	Normal	12.58	5.06	$2.4 \times 10^{-3}$	0.17
	Lognormal	12.56	4.79	0.15	0.51
$\text{HCO}_3^-$ (meq/l)	Normal	6.18	1.74	0.17	0.999
	Lognormal	6.2	1.89	0.57	0.999
$\text{SO}_4^{=}$ (meq/l)	Normal	25.33	12.43	$2.9 \times 10^{-3}$	0.17
	Lognormal	25.87	15.9	$1.5 \times 10^{-3}$	0.15
$\text{Cl}^-$ (meq/l)	Normal	9.85	9.64	0	$1.8 \times 10^{-5}$
	Lognormal	9.25	5.68	0.02	0.1
$\text{NO}_3^-$ (meq/l)	Normal	3.07	2.95	$2.7 \times 10^{-4}$	0.08
	Lognormal	4.11	10.16	0.06	0.08
$\text{NO}_2^-$ (meq/l)	Normal	$4.3 \times 10^{-3}$	$4.09 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-7}$	0.02
	Lognormal	$4.3 \times 10^{-3}$	$4.73 \times 10^{-3}$	0.15	0.47
$\text{NH}_4^+$ (meq/l)	Normal	0.01	$6.2 \times 10^{-3}$	0.55	0.27
	Lognormal	0.01	$8.05 \times 10^{-3}$	0.73	0.36

La realización de los test de ajuste  $\chi^2$  y Kolmogorov-Smirnov permite aceptar o descartar la hipótesis de que la población se distribuye de forma normal o lognormal.



Los resultados de aplicar el test  $\chi^2$  a las variables de laboratorio indican que sólo la conductividad, y los contenidos en  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$  poseen niveles de significación relativamente altos para un ajuste de tipo lognormal. Para el resto de variables, la hipótesis de una población normal o lognormal única puede rechazarse.

Con el rest de Kolmogorov-Smirnov, también podrían ser incluidas como poblaciones lognormales  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{NO}_2^-$ , aunque sus niveles de significación tampoco son muy elevados (alrededor de 0.5).

A partir de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta el medio en el que se desarrolla la experiencia se pueden hacer ciertas consideraciones:

Se puede pensar en la existencia de diferentes poblaciones, de forma que la distribución global es la suma de varias superpuestas. Como se verá más adelante, el perfil de la zona no saturada mantiene a lo largo del período del cultivo de veza diferentes poblaciones en las variables más representativas (máximos y mínimos bien separados), que no se homogeneizan por mezcla.

En cuanto a la matriz de correlación de la tabla 3.5. las relaciones más significativas ( $r > 0.7$ ) corresponden a:

- 1) Conductividad con  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Cl}^-$ ; y de forma negativa con los  $\text{HCO}_3^-$ .

Esto puede interpretarse como que  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$  y  $\text{Cl}^-$  son las variables más importantes en la

Tabla 3.5. Matriz de correlación para las variables de laboratorio (Cultivo veza. E-2)

	Cond.	pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Cond.	1											
pH	0.234	1										
Na <sup>+</sup>	0.812	0.105	1									
K <sup>+</sup>	-0.149	-0.047	-0.348	1								
Ca <sup>++</sup>	0.857	-0.104	0.724	-0.199	1							
Mg <sup>++</sup>	0.949	0.095	0.752	-0.125	0.853	1						
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0.718	-0.351	-0.676	0.484	-0.580	-0.623	1					
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.869	-0.108	0.814	-0.373	0.924	0.885	-0.634	1				
Cl <sup>-</sup>	0.758	0.266	0.569	0.233	0.662	0.695	-0.559	0.487	1			
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.565	0.398	0.679	-0.125	0.418	0.507	-0.570	0.339	0.642	1		
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0.081	-0.080	-0.164	0.170	-0.079	0.032	0.240	-0.107	-0.021	0.021	1	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.072	0.245	-0.109	0.112	0.010	0.086	-0.122	-0.006	-0.021	0.016	-0.113	1

mineralización global, mientras que la correlación negativa con los HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> hace pensar en procesos de precipitación de carbonatos en el perfil.

- 2) SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> entre sí, indicando que el factor litológico está dominado por fases sulfatadas.

El resto de coeficientes de correlación son bastante mediocres, por lo que parece muy conveniente la aplicación de análisis factorial para resaltar otras posibles asociaciones entre variables. Este es un método usado con frecuencia en geoquímica, debido a que permite reducir el número de datos (muestras o variables) inicial a un menor número de variables (factores) que conserve la información primordial, pero que sea más fácil de manejar.

En este análisis existen tres etapas fundamentales:

1. Cálculo de la matriz de correlación o covarianza
2. Estimación de los factores de carga (Primera extracción de factores)

3. Rotación de los factores para facilitar su interpretación. En este caso se ha empleado la rotación VARIMAX, en la que los ejes de los factores se sitúan de modo que la varianza de cada factor sea máxima

Como datos de entrada se ha incluido la matriz de correlación de la tabla 3.5, con ésto se evita el efecto producido por la utilización de variables expresadas en distintas unidades.

Inicialmente, se analizaron las comunalidades, incluidas en la tabla 3.6. Al contrario de lo que se comentó para las variables de campo, estas comunalidades son muy cercanas a la unidad, es decir, se puede continuar aplicando el método. Sólo se exceptúan las variables  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NH}_4^+$ , que ya se han reconocido de escasa representatividad.

El análisis factorial continúa sustituyendo los elementos diagonales de la matriz de correlación por sus comunalidades, y extrayendo los factores calculados. Tres son los factores que con un autovalor superior a 0.9 se han seleccionado en la primera extracción. En conjunto explican un 85% de la varianza total de la población. (Tabla 3.6).

En el primer factor se agrupan conductividad,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  y de forma negativa,  $\text{HCO}_3^-$ ; es decir los iones que participan en mayor proporción en la mineralización total de las muestras.

En contraste, el segundo y tercer factor no agrupan variables con coeficientes altos. Para facilitar la interpretación estos factores han sido sometidos a rotación VARIMAX.

El resultado, (también incluido en la tabla 3.6) indica que el primer factor sigue agrupando los principales iones que intervienen en la mineralización:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^-$  y  $\text{Cl}^-$ . En este caso, el peso de  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{NO}_3^-$  es menor, es decir intervienen de forma secundaria.

El segundo factor agrupa pH y  $\text{NO}_3^-$ , mientras que en el tercero sólo hay una clara influencia de  $\text{K}^+$ . En la tabla de comunalidades estimadas después de la primera extracción de factores se observa que estas tres últimas variables (pH,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{K}^+$ ) tienen índices bajos, lo que resta valor a la asociación pH- $\text{NO}_3^-$ , y explica la independencia del  $\text{K}^+$ .

Las conclusiones no parecen haber mejorado considerablemente la información obtenida por la matriz de correlación. La desviación de la distribución de las variables de partida respecto al comportamiento normal/lognormal puede ser la causa, aunque como datos de entrada se aportó la matriz de correlación, que de alguna forma normaliza los datos. Se trató de aplicar algún método más para la normalización de variables. Así se transformaron en sus logaritmos decimales, sin que los resultados obtenidos mejorasen tampoco la información aportada por la matriz de correlación.

Tabla 3.6. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial (Cultivo veza. E-2)

Variable	Comunalidad	Factor	Autovalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
Conductividad	0.967	1	5.913	59.6	59.6
pH	0.643	2	1.345	13.6	73.2
r Na <sup>+</sup>	0.978	3	1.177	11.9	85.1
r K <sup>+</sup>	0.756	4	0.655	6.6	91.7
r Ca <sup>++</sup>	0.990	5	0.327	3.3	95.0
r Mg <sup>++</sup>	0.984	6	0.240	2.4	97.4
r HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.897	7	0.186	1.9	99.3
r SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.997	8	0.073	0.7	100.0
r Cl <sup>-</sup>	0.963	9	- 0.006	0.0	100.0
r NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.946	10	- 0.017	0.0	100.0
r NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.267	11	- 0.029	0.0	100.0
r NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.397	12	- 0.080	0.0	100.0

Matriz de Factores

Variable	Factor		
	1	2	3
Conductividad	0.960	0.042	- 0.110
pH	0.188	0.628	0.371
r Na <sup>+</sup>	0.889	- 0.102	0.132
r K <sup>+</sup>	- 0.270	0.429	- 0.693
r Ca <sup>++</sup>	0.920	- 0.058	- 0.229
r Mg <sup>++</sup>	- 0.793	- 0.090	- 0.431
r HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.891	- 0.433	- 0.068
r SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.759	0.434	- 0.348
r Cl <sup>-</sup>	0.670	0.488	0.166
r NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	- 0.109	0.052	- 0.267
r NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.032	0.226	0.079
r NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.886	- 0.273	- 0.246

Tabla 3.6. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial  
(Cultivo veza. E-2) (Cont.)

Variable	Comunalidad Estimada
Conductividad	0.935
pH	0.567
r Na <sup>+</sup>	0.819
r K <sup>+</sup>	0.737
r Ca <sup>++</sup>	0.920
r Mg <sup>++</sup>	0.903
r HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.822
r SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.987
r Cl <sup>-</sup>	0.885
r NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.715
r NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.086
r NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.058

Matriz de Factores rotados por Varimax

Variable	Factor		
	1	2	3
Conductividad	0.940	0.203	- 0.102
pH	0.002	0.742	- 0.128
r Na <sup>+</sup>	0.819	0.141	- 0.359
r K <sup>+</sup>	- 0.104	0.095	0.847
r Ca <sup>++</sup>	0.948	0.063	- 0.026
r Mg <sup>++</sup>	- 0.619	- 0.399	0.529
r HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.915	- 0.231	- 0.310
r SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.774	0.437	0.309
r Cl <sup>-</sup>	0.536	0.645	- 0.109
r NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	- 0.032	- 0.068	0.283
r NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	- 0.018	0.240	0.011
r NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.944	- 0.147	- 0.087

### 3.3. Evolución de parámetros en el tiempo

En las figuras 3.7 a 3.9 se han representado las evoluciones temporales de los principales contenidos iónicos, desde octubre de 1988 a mayo de 1989. Para su mejor comparación, se han utilizado las mismas escalas para los diferentes lisímetros y piezómetros. Hay que hacer notar

que el contenido en  $\text{NO}_3^-$  se ha representado en otra escala diferente a la de los aniones, con el fin de poder apreciar sus oscilaciones con mayor precisión.

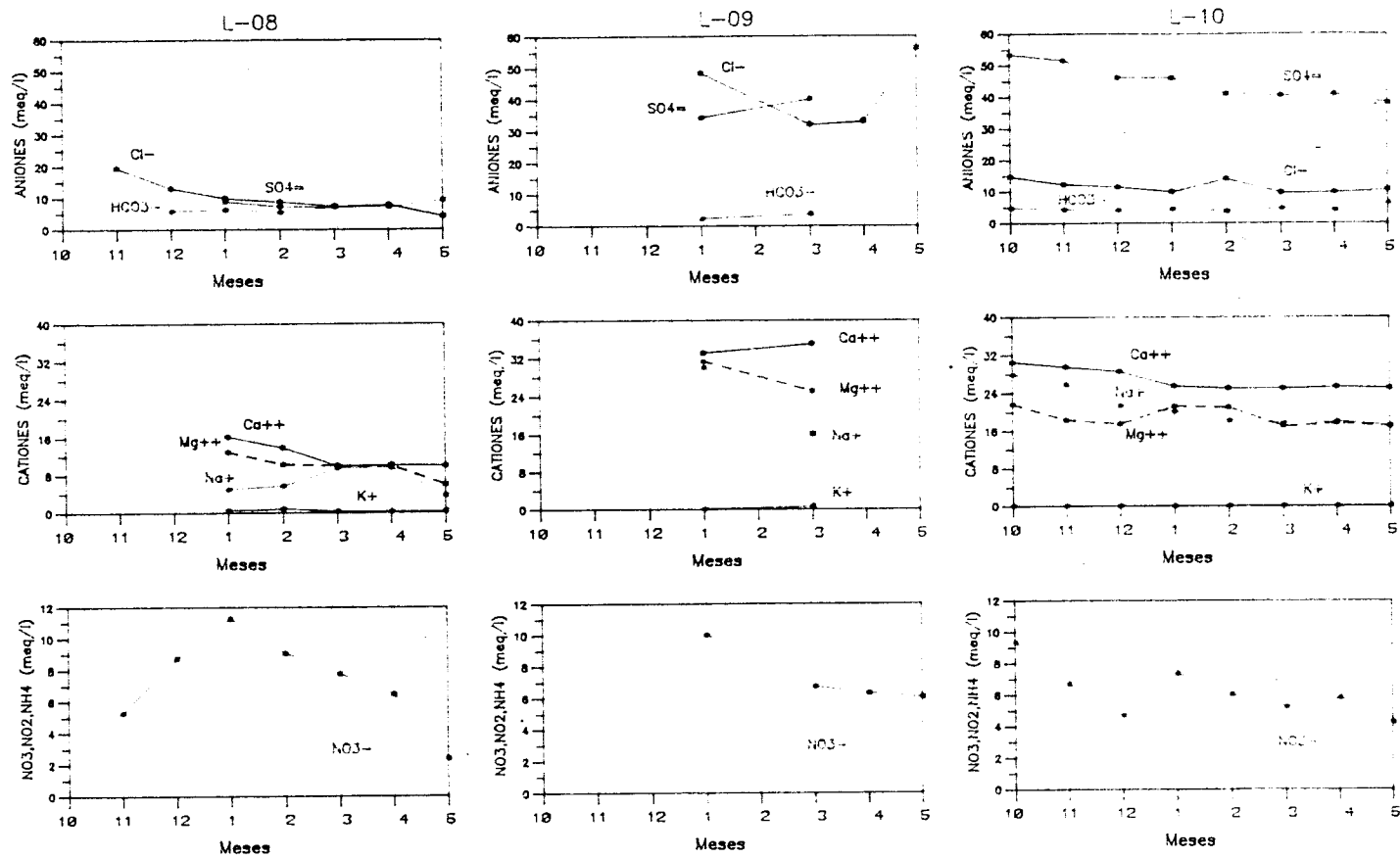
Lo más destacable de estas representaciones es que ya desde 2.0 m de profundidad, no se observan variaciones de importancia, y los contenidos de los distintos iones se mantienen casi constantes. A este comportamiento generalizado sólo se pueden exceptuar las concentraciones catiónicas, que se analizarán más adelante.

Según el esquema conceptual manejado en la modelización del flujo (Parte II), el medio se ha discretizado en 3 capas basadas en las descripciones litológicas de campo.

Los resultados de este modelo indican que el flujo disminuye con la profundidad, y es prácticamente inexistente a partir de 1.5 m (Referencia, figura 2.22 de la Parte II, que relaciona el contenido de humedad con el tiempo).

El carácter estacionario del perfil desde unos 2 m de profundidad, hace que sólo tenga sentido comentar la evolución en el tiempo de los lisímetros L-08, L-09 y L-10. En especial, se analizará el comportamiento de cloruros y sulfatos, ya que en las condiciones experimentales de esta investigación se pueden considerar conservativos.

A 0.3 m de profundidad, los datos son escasos hasta enero de 1989. En general, se observa una disminución en las concentraciones de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{=}$ , que desde enero a mayo puede cifrarse en casi 6 meq/l. Respecto a los nitratos el comportamiento desde noviembre a enero es de claro aumento, y desde aquí hasta el final del cultivo de la veza (mayo)



1988-89

Fig. 3.7. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-08, L-09 y L-10 (Cultivo veza. E-2)



se observa un considerable decrecimiento (unos 9 meq/l). Por tanto, el aumento y posterior disminución de este ion en el perfil, no puede atribuirse únicamente a movimiento del agua en el perfil. La ausencia de valores simultáneos de cloruros y sulfatos en todo el periodo de cultivo de la veza, ha impedido manejar con eficiencia la <sup>relación</sup> ~~resolución~~  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{=}$  como trazador de flujo.

En principio, el incremento hasta enero podría reflejar la inercia de una situación anterior. Según los datos facilitados por la ECCA, no se aplicó abonado de cobertera para la veza, y el abonado de fondo no contenía nitrógeno; además, no se registró un abonado anterior a estas fechas que lo contuviese. El cultivo anterior, cebada, fue segado en septiembre de 1988, por lo que se podría pensar que parte del aporte procede de mineralizar la materia orgánica de las raíces enterradas.

Respecto a la disminución de  $\text{NO}_3^-$  desde enero hasta mayo no puede explicarse únicamente por el movimiento del agua en el perfil. La asimilación de  $\text{NO}_3^-$  por la veza, puede ser responsable de este descenso paulatino. Aunque esta especie se puede autoabastecer en gran medida por su capacidad de fijación de  $\text{N}_2$  atmosférico, cuando la concentración de amonio o nitratos en el medio es alta, el mecanismo de fijación se inhibe (pp. 17,18 del informe "Microorganismos del suelo implicados en el ciclo del nitrógeno").

A 0.9 m, el lisímetro L-09 registra una evolución diferente. Sin embargo, no hay muchos datos, por lo que puede que las variaciones representadas estén distorsionadas por este hecho. También desde enero a mayo, la concentración

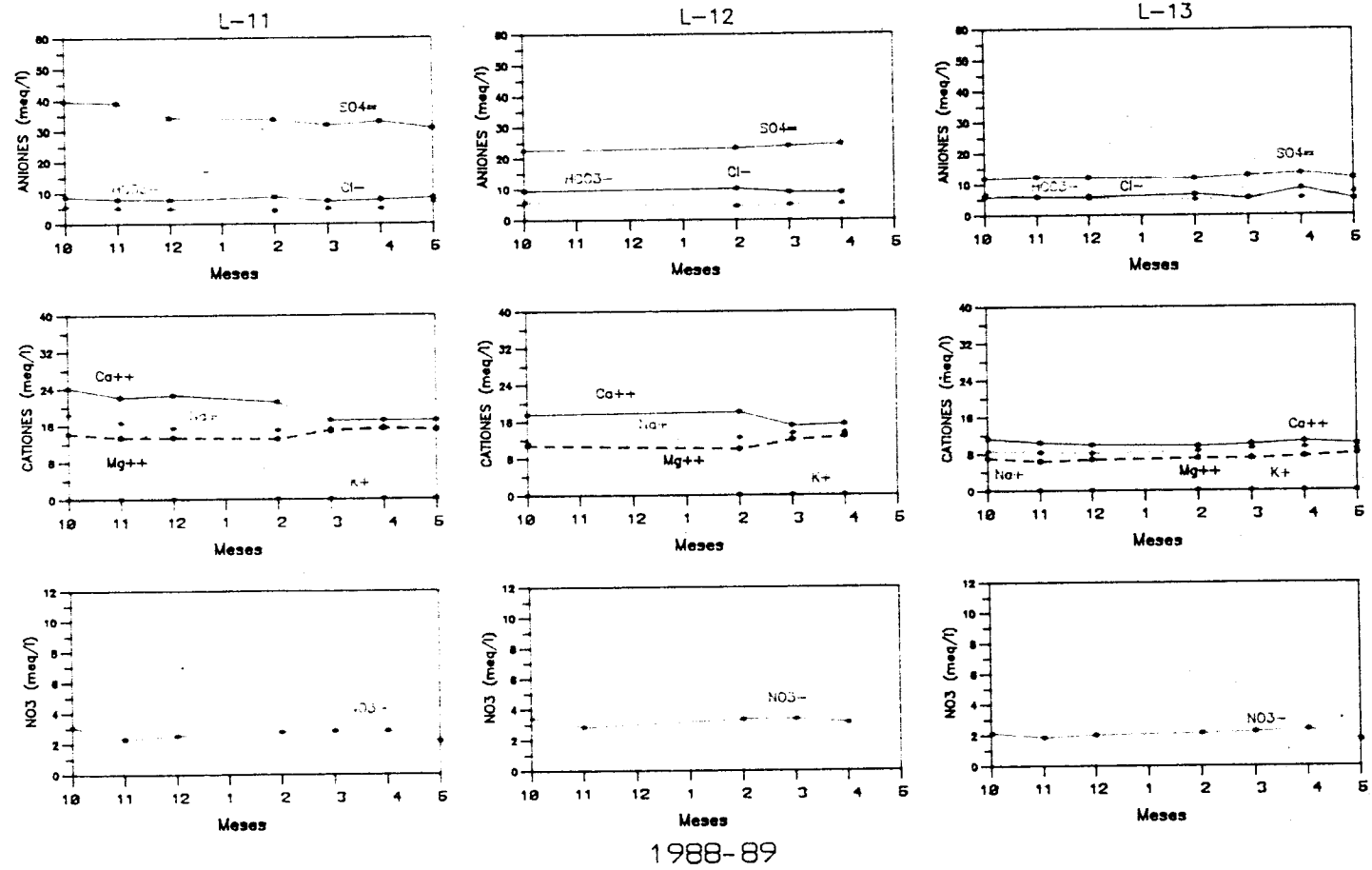


Fig. 3.8. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-11, L-12 y L-13 (Cultivo veza. E-2)

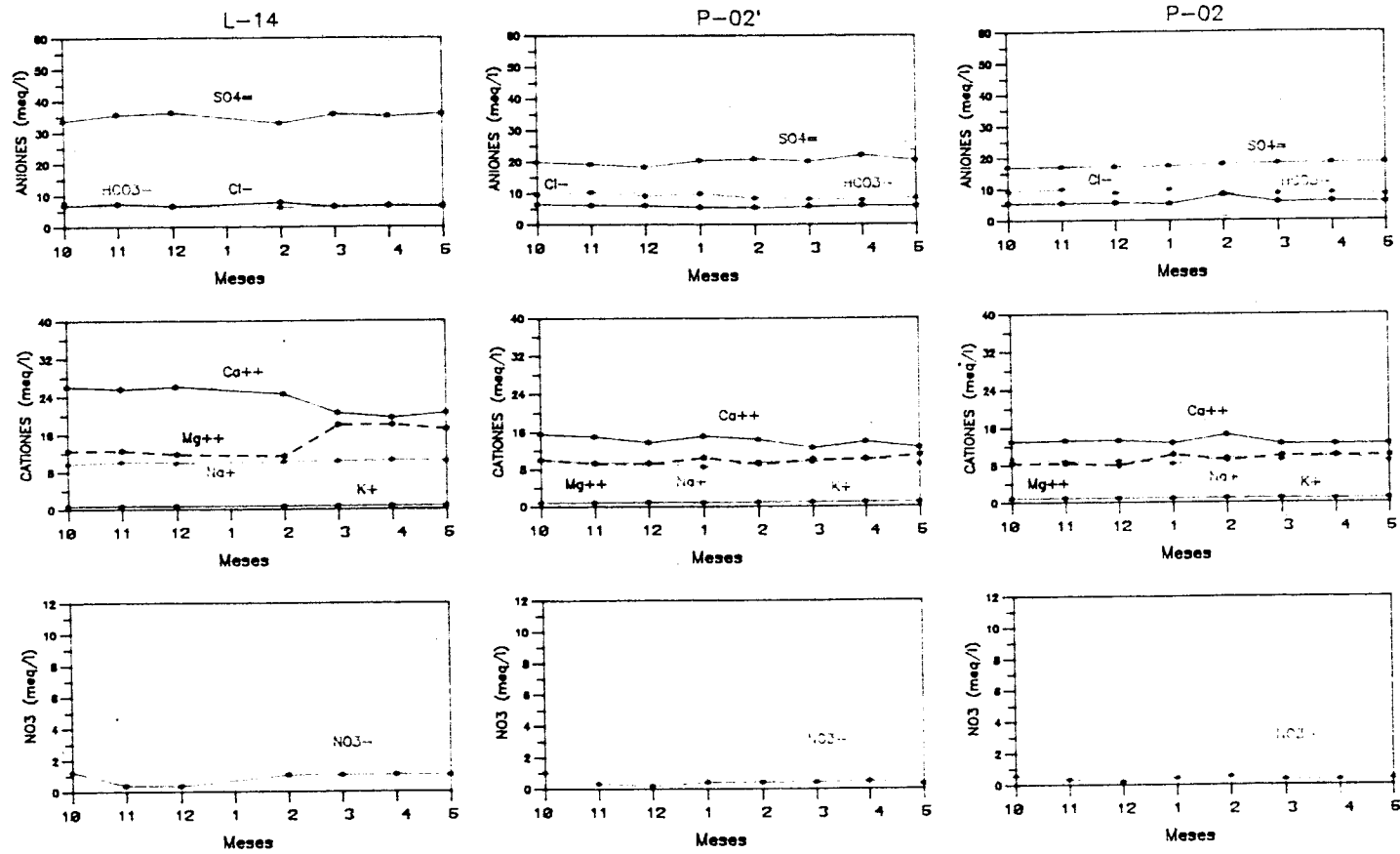
de nitratos disminuye con el tiempo (unos 4 meq/l); mientras que los cloruros disminuyen de forma brusca (más de 15 meq/l) para volver a aumentar súbitamente en mayo (un aumento de más de 20 meq/l).

En principio podrían explicarse estas oscilaciones atendiendo sólo al movimiento del agua en el perfil.

El lisímetro L-10, a 1.5 m de profundidad posee mayor cantidad de información. Desde octubre a mayo, y con diferentes oscilaciones, se observa una disminución global de la concentración de sulfatos (más de 15 meq/l), cloruros (unos 4 meq/l) y nitratos (aproximadamente 5 meq/l). En conjunto, podría considerarse que la solución acuosa tiende con el tiempo a menores concentraciones.

En todo el perfil, el contenido en bicarbonatos se mantiene casi constante, la abundancia de sulfatos cálcico-magnésicos en el medio limita el crecimiento de bicarbonatos por efecto de ion común del calcio, produciéndose una precipitación de carbonatos. Este factor actúa como tope y por tanto homogeneiza los valores de la variable  $\text{HCO}_3^-$  lo que coincide con la observación realizada en la descripción estadística del apartado 3.2, donde la muestra  $\text{HCO}_3^-$  se ajustaba a una población lognormal con un alto grado de significación.

Respecto al comportamiento de las especies catiónicas con el tiempo, hay un claro predominio de calcio en todos los casos. Con el paso del tiempo, mientras que los valores aniónicos se mantienen constantes, se observa que el



1988-89

Fig. 3.9. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para el lisímetro L-14 y los piezómetros P-02' y P-02 (Cultivo veza. E-2)

contenido en calcio disminuye en favor de un aumento proporcional de magnesio. Esto es, un cambio catiónico  $\text{Ca}^{++} \rightarrow \text{Mg}^{++}$ , que parece muy probable si consideramos la abundancia en la zona de silicatos magnésicos en la fracción arcilla.

Las concentraciones de potasio son muy bajas respecto al resto de cationes (retención por las arcillas), por lo que en la escala de representación no se aprecian oscilaciones de interés.

En resumen, a partir del análisis de las figuras 3.7 a 3.9 se puede deducir:

- que en los niveles más someros (hasta 1.5 m de profundidad) se pueden observar fluctuaciones en los contenidos iónicos, que en parte pueden atribuirse a movimiento del agua en la zona no saturada. El nivel más somero, 0.3 m, también parece acusar otros factores asociados con la actividad agrícola (enriquecimiento de  $\text{NO}_3^-$  por abonos o mineralización de la materia orgánica y asimilación de nitrógeno por la planta).
- a partir de 2.0 m de profundidad, las fluctuaciones son mínimas y se puede considerar que el estado es estacionario, sin movimiento de agua en el perfil. Este esquema coincide a grandes rasgos con el modelo de funcionamiento descrito a partir de la modelización matemática del flujo (Parte II).

#### 3.4. Evolución de parámetros en profundidad

El hecho de que el fenómeno en estudio necesite para su descripción tres variables: contenido iónico, profundidad y <sup>edad</sup> y ↗

tiempo, hace necesaria la representación de las figuras 3.10 a 3.13 como complemento del apartado anterior (3.7 a 3.9).

Los perfiles dibujados poseen un contorno muy similar, en especial a partir de 2.0 m (como ya se ha señalado en el apartado 3.3), y sólo presentan distorsiones de consideración cuando faltan puntos de muestreo.

La forma de los perfiles de sulfatos es muy característica. Se observan dos máximos: el primero, muy abierto, desde 0.9 a 2.0 m, y el segundo a 3.5 m, algo más bajo; y, un mínimo a 3 m de profundidad. Esta disposición se mantiene durante todo el período de estudio, excepto pequeñas variaciones hasta 1.5 m.

En cuanto a los cloruros, se aprecia un pico acusado a 0.9 m, que muchas veces no es detectado por falta de muestra. Al igual que los sulfatos sólo hay ligeras variaciones hasta 1.5 m, manteniéndose los valores relativos constantes durante todo el cultivo de la veza.

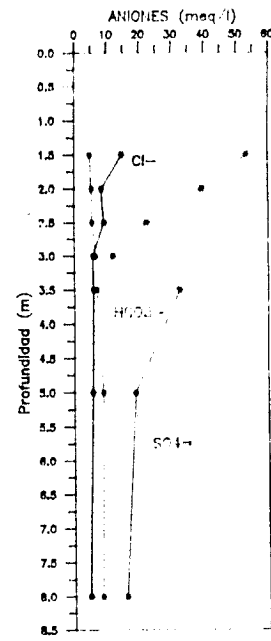
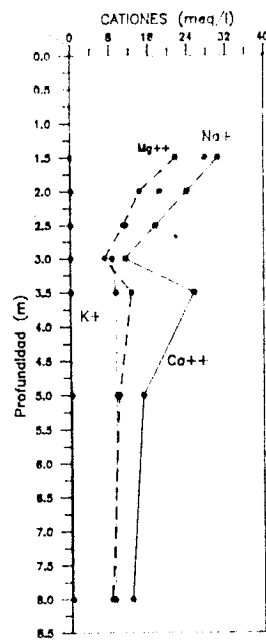
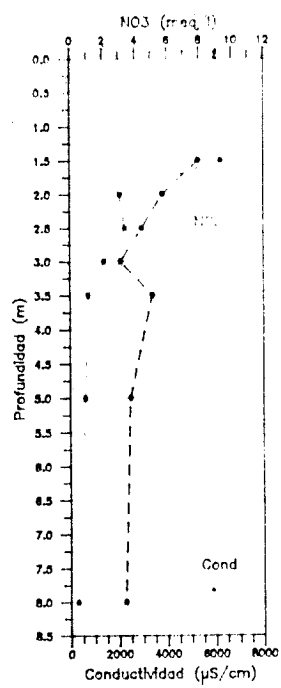
El comportamiento de  $\text{HCO}_3^-$ , como ya se ha comentado anteriormente, se mantiene en unos rangos muy estrechos, ya que su crecimiento está limitado por la presencia de sulfatos que provocan la precipitación de carbonatos por efecto de ion común.

Respecto a las variaciones de los valores de conductividad, los perfiles presentan un trazado más suave que los componentes iónicos por separado. Se aprecia un máximo a 0.9 m y un mínimo a 3 m. Esta suavización por la superposición de efectos de todos los iones puede

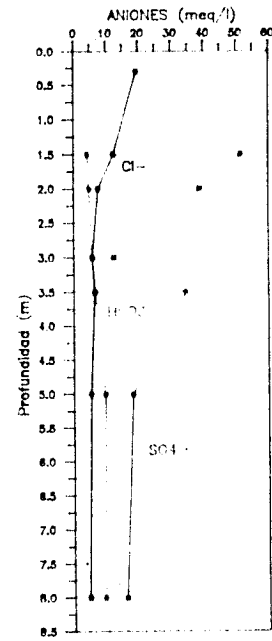
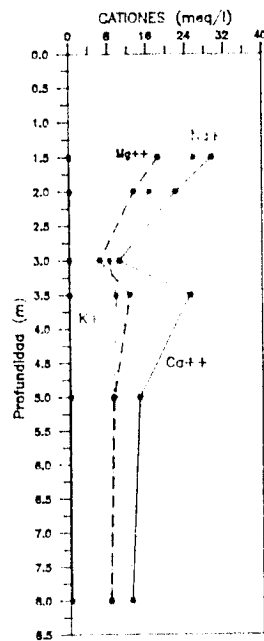
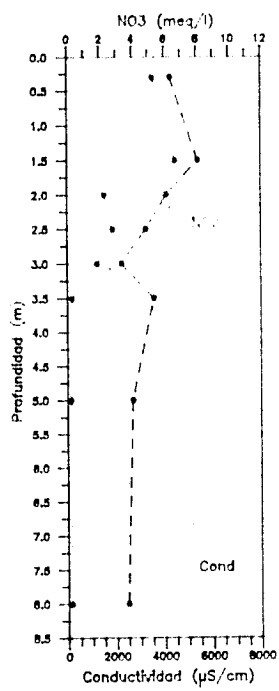
explicar el buen ajuste de la distribución de esta variable a una función lognormal tipo (ver en descripción estadística del apartado 3.2).

El contenido en  $\text{NO}_3^-$ , también a partir de 2.0 m es constante en toda la época descrita. Sólo se observan cambios apreciables a 0.3 m, y más atenuados a 0.9 y 1.5 m, que ya se han comentado en el apartado 3.3.

En cuanto a las variaciones catiónicas en profundidad, los perfiles se mantienen con igual forma, desde octubre a mayo. Esta representación es menos sensible que la de evolución en el tiempo para reconocer procesos de intercambio catiónico.



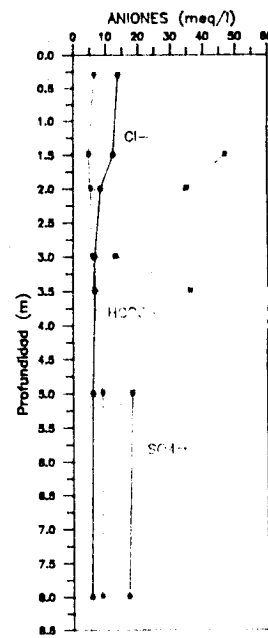
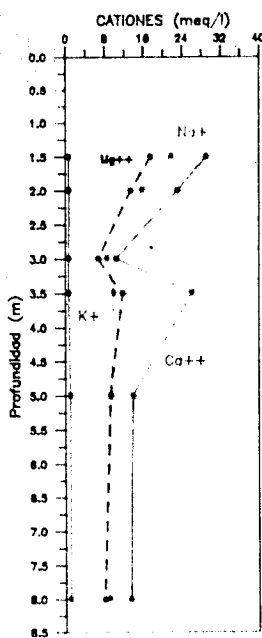
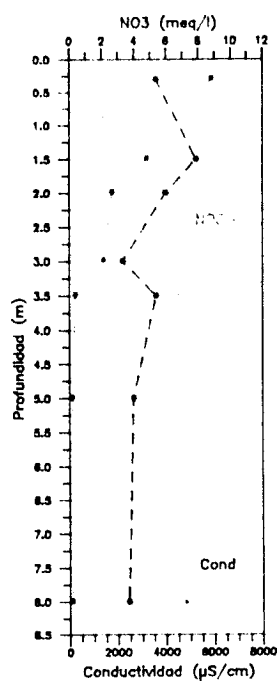
E-2  
OCTUBRE 88



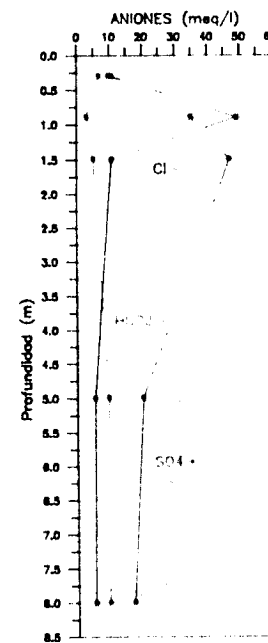
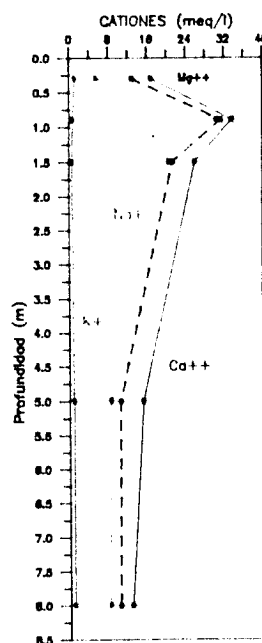
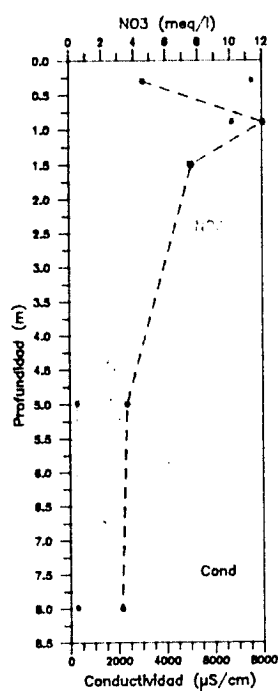
E-2  
NOVIEMBRE 88

Fig. 3.10. Perfiles iónicos en profundidad para octubre y noviembre de 1988 (Cultivo veza. E-2)



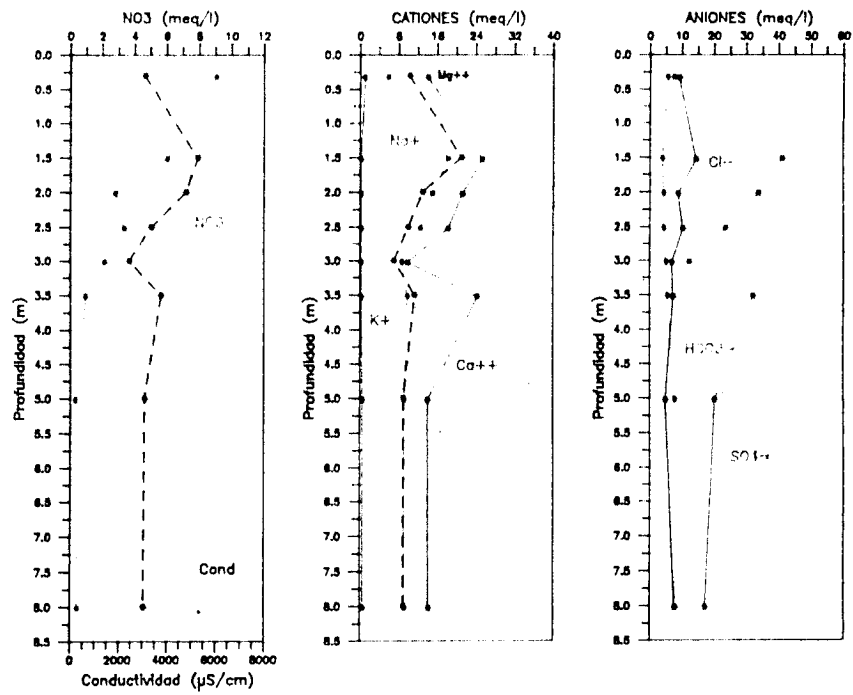


E-2  
DICIEMBRE 88

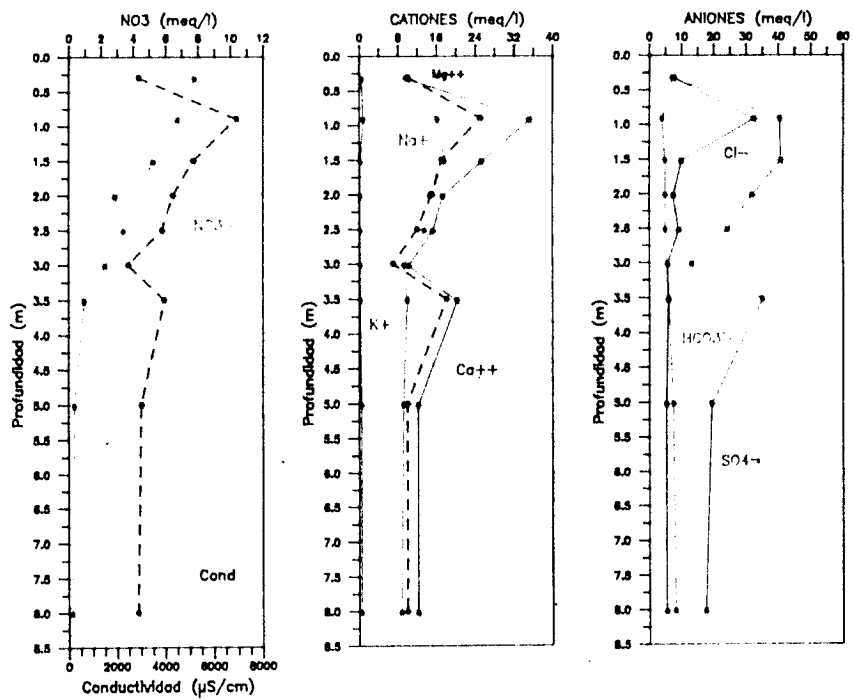


E-2  
ENERO 89

Fig. 3.11. Perfiles iónicos en profundidad para diciembre de 1988 y enero de 1989 (Cultivo veza. E-2)

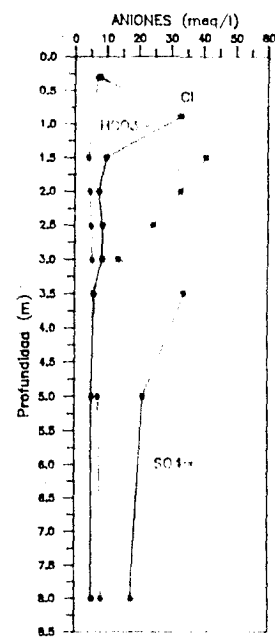
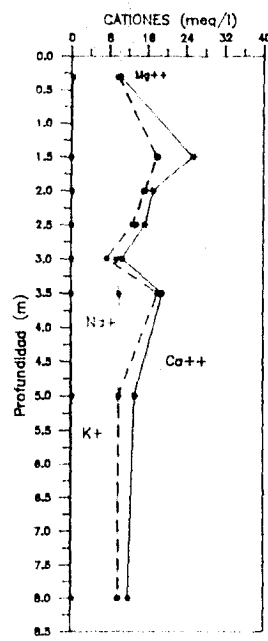
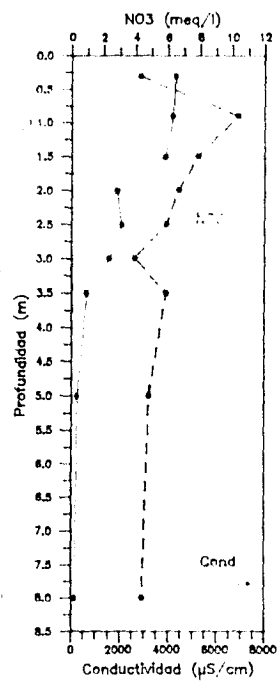


E-2  
FEBRERO 89

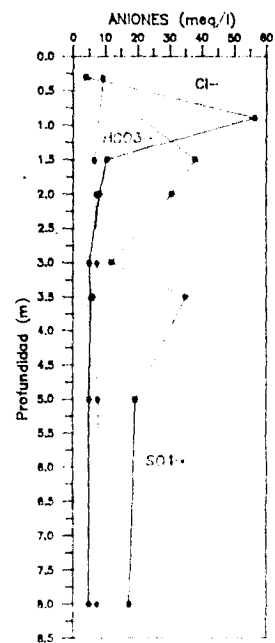
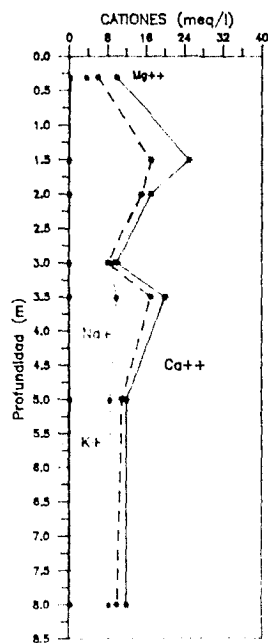
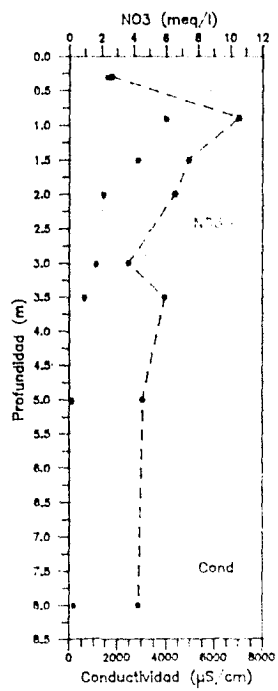


E-2  
MARZO 89

Fig. 3.12. Perfiles iónicos en profundidad para febrero y marzo de 1989 (Cultivo veza. E-2)



E-2  
ABRIL 89



E-2  
MAYO 89

Fig. 3.13. Perfiles iónicos en profundidad para abril y mayo de 1989 (Cultivo veza. E-2)

#### **4. PERIODO DE CULTIVO DE MAIZ**

#### **4. PERIODO DE CULTIVO DE MAIZ**

Se tratan aquí los datos correspondientes a los muestreos realizados durante el período de cultivo de maíz, sembrado en junio de 1989 y cosechado en diciembre del mismo año.

Fue necesario repetir la siembra de esta planta en la parcela ya que, como se indicaba en el apartado 3.2. de la Parte II, se observaron problemas de germinación.

La cosecha se llevó a cabo dos meses más tarde de lo previsto en los planes de cultivo de la ECCA, debido a que las lluvias producidas en otoño impidieron la entrada de maquinaria agrícola a las zonas cultivadas, y aunque estas tareas agrícolas se efectúan de forma manual en la parcela experimental, se prefirió realizarlas al mismo tiempo que en los alrededores de ésta.

A continuación se estudian los resultados obtenidos en este período, siguiendo los criterios y metodología expuesta en el capítulo 3.

##### **4.1. Parámetros determinados "in situ"**

El número total de muestras analizadas en campo durante este período asciende a 67, y al igual que en el caso del período de cultivo de veza, en muchas de ellas no fue posible realizar un análisis completo debido al escaso volumen extraído de los lisímetros, máxime cuando se le dió prioridad al análisis de bromuros. El ensayo de trazador con  $\text{Br}^-$  se llevó a cabo entre junio y diciembre de 1989, coincidiendo con el período de cultivo de maíz.

Los resultados obtenidos en las determinaciones realizadas en campo se sometieron a un tratamiento estadístico, en el que como primer paso se estudió la distribución de cada variable, mediante la aplicación de tests de ajuste (Tabla 4.1).

De los parámetros considerados, según los índices Kolmogorov-Smirnov, sólo temperatura, pH y tal vez  $O_2$  disuelto parecen distribuirse de forma normal, mientras que la conductividad se distribuye de forma lognormal. No obstante, los índices  $\chi^2$  presentan valores poco significativos para ambos tipos de distribución en todos los casos, exceptuando quizá el pH.

El segundo paso, dentro del tratamiento estadístico a que se sometió a la población de variables determinadas en campo, consistió en el cálculo de la matriz de correlación con las 29 muestras de las que se disponía de análisis completos. En la tabla 4.2 se recogen los coeficientes de dicha matriz.

Los valores que aparecen son bastante bajos e indican, como en el caso de la veza, el comportamiento prácticamente independiente entre variables. El coeficiente con valor absoluto mayor se obtienen para la correlación temperatura- $O_2$  disuelto, y como cabía esperar, su valor es negativo. Un aumento en la temperatura implica una disminución en la concentración de  $O_2$  disuelto. En la figura 4.1 se representa la relación existente entre ambos parámetros, observándose la gran dispersión de valores respecto a la tendencia global.

Tabla 4.1. Resultados del ajuste de distribución obtenidos para las variables determinadas en campo (Cultivo maíz. E-2)

	Tipo de Distribución Ajustada	Media $\bar{x}$	Desviación Típica $\sigma$	Nivel de Significación	
				Test $\chi^2$	Test de Kolmogorov-Smirnov
Temperatura (°C)	Normal	16.86	3.09	0.36	0.999
	Lognormal	16.88	3.24	0.27	0.28
O <sub>2</sub> (mg/l)	Normal	2.16	0.79	$2.3 \times 10^{-4}$	0.53
	Lognormal	2.24	1.25	$5.0 \times 10^{-8}$	0.03
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (meq/l)	Normal	0.068	0.12	0	$1.9 \times 10^{-7}$
	Lognormal	0.055	0.04	0	$6.3 \times 10^{-5}$
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (meq/l)	Normal	$2.7 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^{-3}$	0	$1.02 \times 10^{-4}$
pH	Normal	7.30	0.24	0.709	0.999
Eh (mV)	Normal	127.23	96.6	$9.7 \times 10^{-5}$	$2.99 \times 10^{-3}$
Conductividad (µS/cm)	Normal	3540	1139	0.04	0.19
	Lognormal	3545	1179	0.16	0.999

Tabla. 4.2. Matriz de correlación para las variables de campo (Cultivo maíz. E-2)

	Temperatura	O <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	pH	Eh	Conductividad
Temperatura	1						
O <sub>2</sub>	-0.613	1					
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0.002	-0.393	1				
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.289	-0.305	-0.060	1			
pH	-0.244	-0.047	0.536	-0.161	1		
Eh	0.122	-0.258	-0.150	0.119	-0.238	1	
Conductividad	-0.129	0.528	-0.145	-0.034	-0.121	-0.448	1

En las figuras 4.2 y 4.3 se incluye la variación en profundidad de las variables mencionadas anteriormente. Las oscilaciones térmicas registradas en los lisímetros más someros se atenúan a medida que aumenta la profundidad de muestreo.

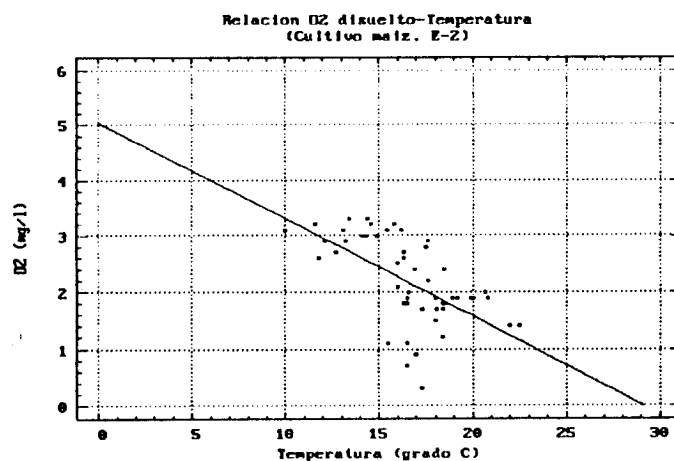


Fig. 4.1. Relación O<sub>2</sub> disuelto - Temperatura (Cultivo maíz. E-2)

En el caso de la figura 4.3, para la relación O<sub>2</sub>-Profundidad, se observa una cierta tendencia de disminución de O<sub>2</sub> en profundidad, aunque con un amplio margen de variación.

Otras correlaciones con coeficientes que se destacan del resto, aunque sin dejar de ser mediocres, tales como NH<sub>4</sub>-pH, O<sub>2</sub>-Conductividad y Eh-Conductividad, son fruto del cálculo matemático, condicionado por la presencia de valores anómalos, y su correlación carece de significado.

Por último, se ha intentado relacionar estas variables determinadas en campo entre sí, mediante la aplicación de análisis factorial. Sin embargo los resultados obtenidos en el cálculo de comunalidades (Tabla 4.3) desaconsejan la continuación de dicho proceso, ya que sólo se registran valores relativamente altos para O<sub>2</sub> disuelto y temperatura, asociación que ya ha sido comentada en base a los coeficientes de la matriz de correlación.



Tabla 4.3. Comunalidades de cada variable con el resto (Cultivo maíz. E-2)

Variable	Comunalidad
Temperatura	0.522
O <sub>2</sub>	0.719
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.491
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.162
pH	0.392
Eh	0.301
Conductividad	0.478

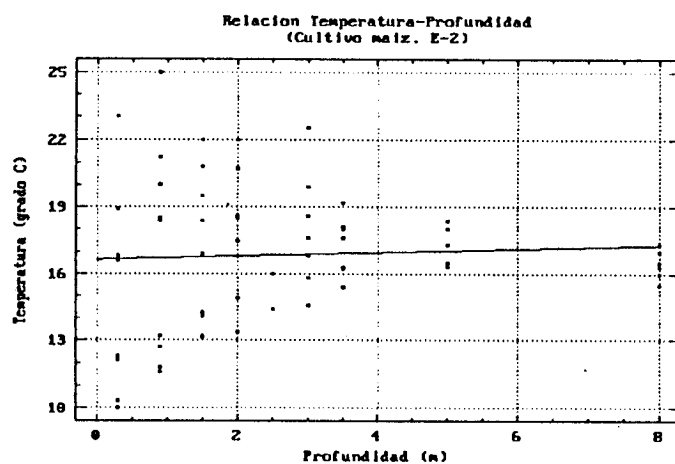


Fig. 4.2. Relación Temperatura - Profundidad (Cultivo maíz. E-2)

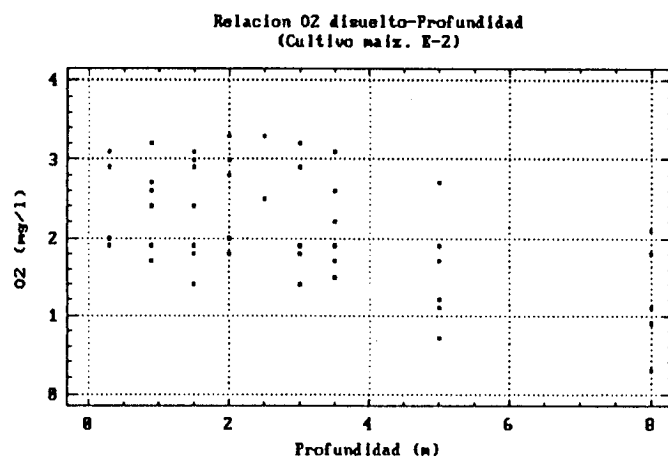


Fig. 4.3. Relación O<sub>2</sub> disuelto - Profundidad (Cultivo maíz. E-2)

#### 4.2. Parámetros determinados en laboratorio

Se han analizado un total de 67 muestras de agua, aunque no de forma completa debido al reducido volumen disponible.

Los resultados analíticos obtenidos en laboratorio se han comparado con los de campo, para aquellas determinaciones en las que se contó con ambas determinaciones.

En el caso de la conductividad, figura 4.4, se registran valores más altos en el laboratorio, hecho que posiblemente es debido a una disolución de partículas en suspensión producida en el tiempo transcurrido entre ambos análisis. Este hecho coincide con las observaciones realizadas durante el período de cultivo de veza, aunque allí, se registraron valores inferiores de salinidad.

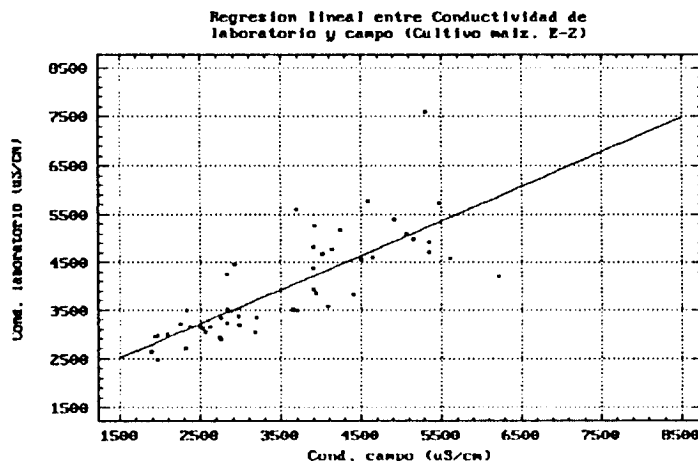


Fig. 4.4. Regresión lineal entre conductividad de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)

En la figura 4.5 se ha representado la relación existente entre pH de laboratorio y campo. Al igual que en la figura

3.4, correspondiente al cultivo de veza, se obtienen valores superiores en laboratorio, pudiendo responder a una desgasificación de las muestras, con pérdida de CO<sub>2</sub>.

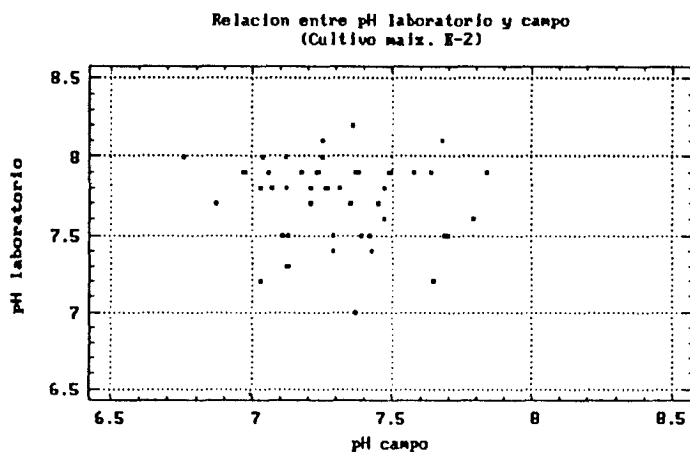


Fig. 4.5. Relación entre pH de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)

En cuanto a los resultados obtenidos para las especies nitrogenadas, y pese a las limitaciones que presentan los test utilizados en campo, se observa una cierta relación cuando los valores medidos "in situ" son inferiores a 0.1 mg/l de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. (Fig. 4.6). En todas las muestras se produce una disminución en la concentración de este ion desde el campo al laboratorio, que puede atribuirse a su oxidación a nitratos.

En la figura 4.7 se observa la independencia de comportamiento entre los valores de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> medidos en campo y en laboratorio.

En el tratamiento estadístico de los datos se han probado los ajuste normal y lognormal a las variables de laboratorio. Los resultados obtenidos para los test  $\chi^2$  y Kolmogorov-Smirnov aparecen en la tabla 4.4. Sólo se obtienen

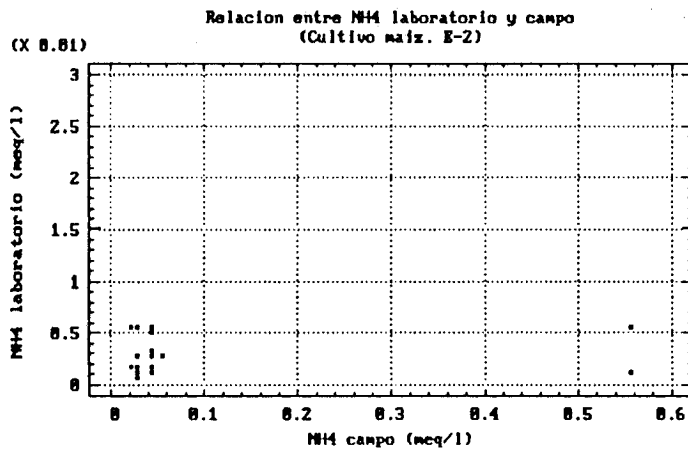


Fig. 4.6. Relación entre NH<sub>4</sub><sup>+</sup> de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)

valores significativos de los índices Kolmogorov-Smirnov para la distribución lognormal de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y SO<sub>4</sub><sup>=</sup>. Por tanto, puede decirse que la población estudiada no sigue una distribución normal ni lognormal única.

En cuanto a la matriz de correlación calculada para las variables de laboratorio, los resultados obtenidos se recogen en la tabla 4.5. En general los coeficientes de correlación son bastante bajos, destacando (con  $r > 0.7$ ) las mismas asociaciones comentadas para el período de veza:

- 1) Conductividad con Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup> y Cl<sup>-</sup>
- 2) SO<sub>4</sub><sup>=</sup> con Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup>

La primera de ellas hace referencia a la contribución de los iones Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup> y Cl<sup>-</sup> en la mineralización del agua. Y la segunda, indica que los componentes asociados tienen un origen común (presencia de facies sulfatadas y/o abonos añadidos en la zona).

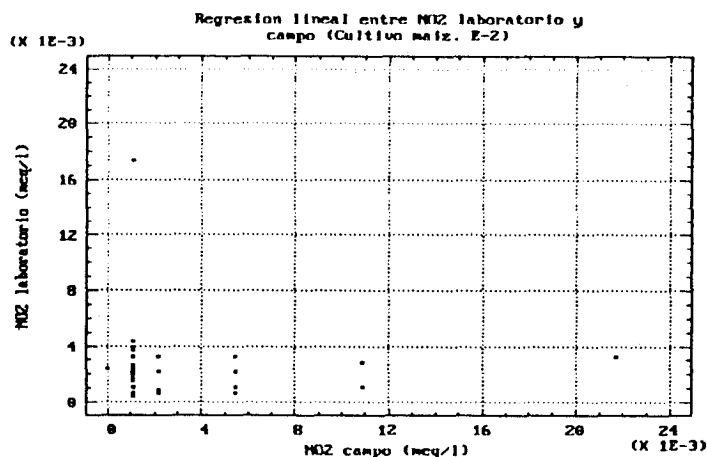


Fig. 4.7. Relación entre NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de laboratorio y campo (Cultivo maíz. E-2)

Por último, los resultados analíticos de laboratorio se han sometido a análisis factorial, utilizando como datos de partida la matriz de correlación de la tabla 4.5. Como primer paso de este tratamiento estadístico se obtienen las comunialidades, que figuran en la tabla 4.6.

Las variables estudiadas se pueden dividir en dos grupos, en función de sus comunialidades. Así, en el primero se encuentran conductividad, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, Cl<sup>-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, con valores superiores a 0.88 y, en el segundo, pH, K<sup>+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cuyos valores bajos indican que estos parámetros se comportan de forma independiente.

Las comunialidades obtenidas para el primer grupo de variables aconsejan la continuación del análisis factorial, si bien, las asociaciones que se obtengan entre parámetros del segundo grupo carecerán de significado. A continuación, el método numérico sustituye los elementos diagonales de la matriz de correlación por las comunialidades de las

Tabla 4.4. Resultados del ajuste de distribución obtenido para las variables determinadas en laboratorio (Cultivo maíz. E-2)

	Tipo de Distribución Ajustada	Media $\bar{x}$	Desviación Típica $\sigma$	Nivel de Significación	
				Test $\chi^2$	Test de Kolmogorov-Smirnov
Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	Normal	3953	1181	$4.3 \times 10^{-3}$	0.06
	Lognormal	3953	1162	0.02	0.27
pH	Normal	7.78	0.28	$1.9 \times 10^{-4}$	0.01
$\text{Na}^+$ (meq/l)	Normal	11.70	5.4	$2.7 \times 10^{-5}$	0.02
	Lognormal	11.68	5.2	0.01	0.21
$\text{K}^+$ (meq/l)	Normal	0.22	0.21	$3.4 \times 10^{-8}$	$3.1 \times 10^{-3}$
	Lognormal	0.23	0.27	0.09	0.48
$\text{Ca}^{++}$ (meq/l)	Normal	16.6	5.9	$1.8 \times 10^{-4}$	$7.0 \times 10^{-3}$
	Lognormal	16.6	5.4	0.14	0.06
$\text{Mg}^{++}$ (meq/l)	Normal	13.6	4.27	$2.3 \times 10^{-3}$	0.06
	Lognormal	13.6	4.02	0.19	0.34
$\text{HCO}_3^-$ (meq/l)	Normal	7.41	1.62	$1.4 \times 10^{-5}$	0.01
	Lognormal	7.66	0.9	0.45	0.999
$\text{SO}_4^{=}$ (meq/l)	Normal	19.24	9.56	0.02	0.05
	Lognormal	19.9	9.04	0.12	0.999
$\text{Cl}^-$ (meq/l)	Normal	11.02	6.65	$1.8 \times 10^{-5}$	0.09
	Lognormal	10.9	6.35	$3.8 \times 10^{-3}$	0.17
$\text{NO}_3^-$ (meq/l)	Normal	4.28	2.85	0.05	0.31
	Lognormal	5.59	9.86	$7.2 \times 10^{-8}$	0.02
$\text{NO}_2^-$ (meq/l)	Normal	$5.3 \times 10^{-3}$	0.02	0	0
	Lognormal	$3.1 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	--	0.07
$\text{NH}_4^+$ (meq/l)	Normal	$3.1 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-3}$	$8.2 \times 10^{-8}$	0.01
	Lognormal	$3.2 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-8}$	0.02

Tabla 4.5. Matriz de correlación para las variables de laboratorio (Cultivo maíz. E-2)

	Cond.	pH	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{=}$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NH}_4^+$
Cond.	1											
pH	0.053	1										
$\text{Na}^+$	0.761	-0.023	1									
$\text{K}^+$	-0.348	-0.202	-0.241	1								
$\text{Ca}^{++}$	0.869	0.132	0.400	-0.267	1							
$\text{Mg}^{++}$	0.836	0.000	0.444	-0.263	0.900	1						
$\text{HCO}_3^-$	-0.340	-0.301	-0.266	0.147	-0.274	-0.188	1					
$\text{SO}_4^{=}$	0.769	0.073	0.492	-0.173	0.792	0.809	-0.150	1				
$\text{Cl}^-$	0.706	0.017	0.696	-0.187	0.527	0.481	-0.472	0.201	1			
$\text{NO}_3^-$	0.577	0.156	0.303	-0.491	0.507	0.415	-0.262	0.114	0.479	1		
$\text{NO}_2^-$	-0.077	-0.261	-0.055	0.313	-0.075	-0.075	-0.073	0.223	-0.080	-0.061	1	
$\text{NH}_4^+$	-0.040	0.325	0.036	0.163	-0.003	-0.015	-0.225	0.134	-0.031	-0.294	-0.003	1

variables y extrae cuatro factores, que corresponden a los autovalores mayores de 0.9. Estos factores explican en conjunto el 91% de la varianza total.

El primer factor asocia, con pesos superiores al 70%, a la conductividad con  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$ , iones responsables de la mineralización del agua.

Tabla 4.6. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial (Cultivo maíz. E-2)

Variable	Comunalidad	Factor	Autovalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
Conductividad	0.984	1	4.790	54.5	54.5
pH	0.376	2	1.267	14.4	69.0
r $\text{Na}^+$	0.929	3	1.022	11.6	80.6
r $\text{K}^+$	0.368	4	0.933	10.6	91.2
r $\text{Ca}^{++}$	0.963	5	0.474	5.4	96.6
r $\text{Mg}^{++}$	0.884	6	0.208	2.4	99.0
r $\text{HCO}_3^-$	0.530	7	0.073	0.8	99.8
r $\text{SO}_4^{=}$	0.982	8	0.013	0.2	100.0
r $\text{Cl}^-$	0.960	9	- 0.014	0.0	100.0
r $\text{NO}_3^-$	0.904	10	- 0.036	0.0	100.0
r $\text{NO}_2^-$	0.198	11	- 0.135	0.0	100.0
r $\text{NH}_4^+$	0.322	12	- 0.192	0.0	100.0

#### Matriz de Factores

Variable	Factor			
	1	2	3	4
Conductividad	0.986	0.043	0.080	- 0.070
pH	0.122	- 0.162	- 0.553	0.263
r $\text{Na}^+$	0.710	- 0.107	0.013	- 0.513
r $\text{K}^+$	- 0.376	0.292	0.002	- 0.337
r $\text{Ca}^{++}$	0.896	0.231	0.020	0.221
r $\text{Mg}^{++}$	0.854	0.311	0.108	0.139
r $\text{HCO}_3^-$	- 0.389	0.303	0.482	0.079
r $\text{SO}_4^{=}$	0.752	0.612	- 0.111	0.081
r $\text{Cl}^-$	0.725	- 0.409	0.014	- 0.446
r $\text{NO}_3^-$	0.603	- 0.549	0.265	0.366
r $\text{NO}_2^-$	- 0.132	0.155	0.279	- 0.216
r $\text{NH}_4^+$	- 0.014	0.182	- 0.552	- 0.144

Tabla 4.6. Resumen de los principales cálculos realizados durante el proceso de análisis factorial  
(Cultivo maíz. E-2) (Cont.)

Variable	Comunalidad Estimada
Conductividad	0.985
pH	0.416
r Na <sup>+</sup>	0.780
r K <sup>+</sup>	0.341
r Ca <sup>++</sup>	0.905
r Mg <sup>++</sup>	0.857
r HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.482
r SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.959
r Cl <sup>-</sup>	0.892
r NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.869
r NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.166
r NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.359

Matriz de Factores rotados por Varimax

Variable	Factor			
	1	2	3	4
Conductividad	0.758	0.570	0.283	0.074
pH	0.029	- 0.031	- 0.004	0.644
r Na <sup>+</sup>	0.360	0.805	0.013	- 0.036
r K <sup>+</sup>	- 0.175	- 0.083	- 0.472	- 0.284
r Ca <sup>++</sup>	0.867	0.234	0.271	0.159
r Mg <sup>++</sup>	0.870	0.233	0.211	0.021
r HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	- 0.073	- 0.419	- 0.014	- 0.549
r SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.960	0.105	- 0.142	0.078
r Cl <sup>-</sup>	0.198	0.890	0.234	0.081
r NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.202	0.279	0.846	0.184
r NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	- 0.040	0.007	- 0.109	- 0.391
r NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.052	0.048	- 0.471	0.364

Las agrupaciones observadas para el resto de factores presenta valores bajos, inferiores al 65%, por lo que se ha realizado una rotación de los factores que facilite su interpretación.



En esta rotación mejoran en general los coeficientes obtenidos y se separan en el primer factor  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$  y conductividad, indicando con ello el peso que los sulfatos ejercen en la composición química de las aguas analizadas.

En el factor 2 se agrupan  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  que influyen en menor medida en la salinidad de las muestras.

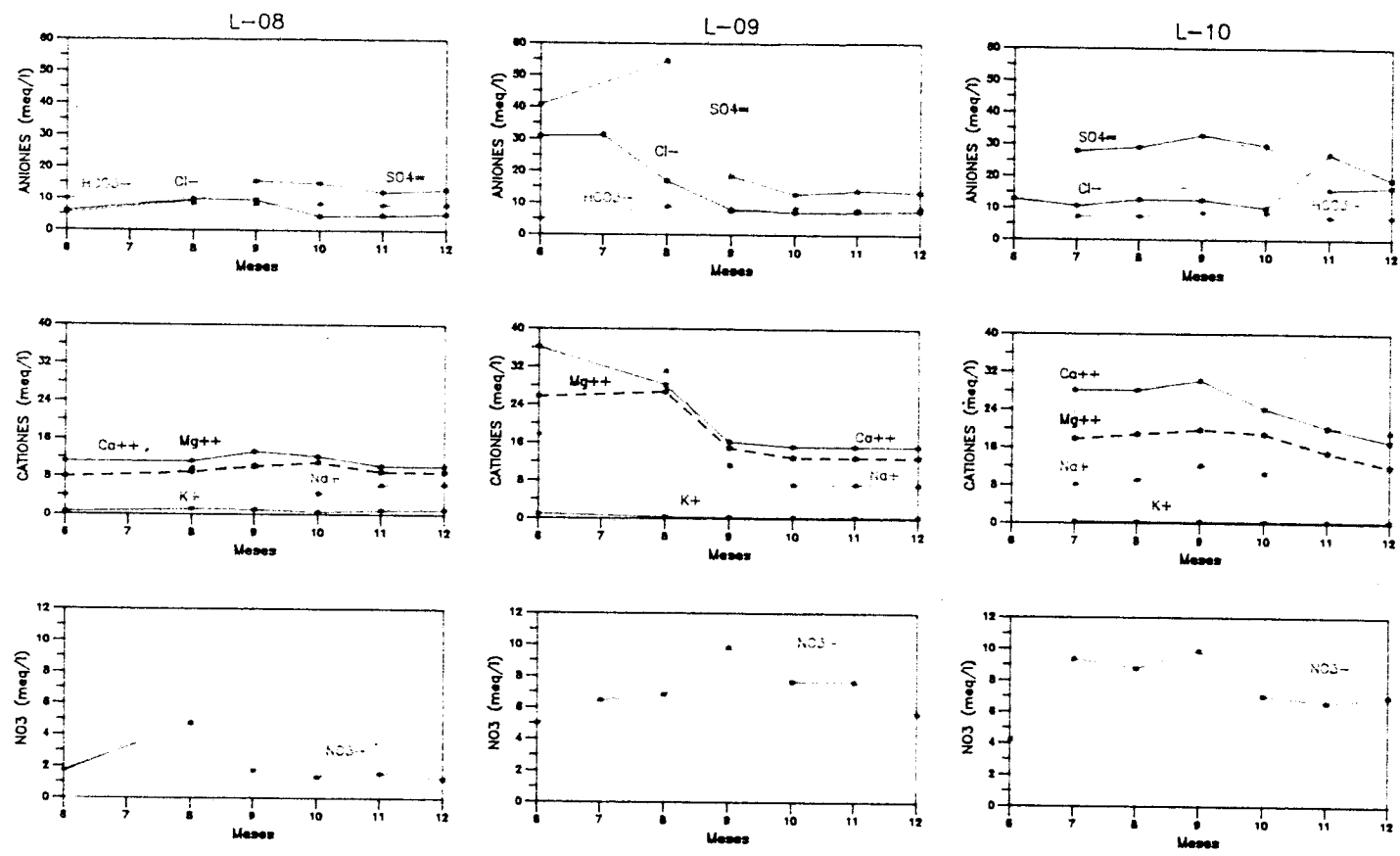
Los nitratos se separan en el factor 3, indicando su comportamiento independiente, y, en el factor 4 se relacionan pH y  $\text{HCO}_3^-$ , aunque con pesos inferiores al 70%.

#### **4.3. Evolución de parámetros en el tiempo**

La evolución de los principales contenidos iónicos a lo largo del tiempo, se recoge en las figuras 4.8 a 4.10, para el período de cultivo del maíz, es decir desde junio a diciembre de 1989.

No se ha incluido el lisímetro L-12 en la figura 4.9 por carecer de datos analíticos correspondientes a este intervalo de tiempo. Como se ha comentado anteriormente, se le dió prioridad al análisis de bromuros y el escaso volumen de agua recogida de este lisímetro no permitió la determinación de ningún otro parámetro.

Se han utilizado las mismas escalas en todos los gráficos, para facilitar las comparaciones entre el comportamiento de los distintos lisímetros. En las figuras realizadas se han separado los nitratos del resto de aniones (con una escala diferente), para visualizar de forma más clara las oscilaciones que presentan. No se incluyen los nitritos ni el amonio, por permanecer en concentraciones próximas a cero durante el período de estudio, con pequeñas oscilaciones



1989

Fig. 4.8. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-08, L-09 y L-10 (Cultivo maíz. E-2)

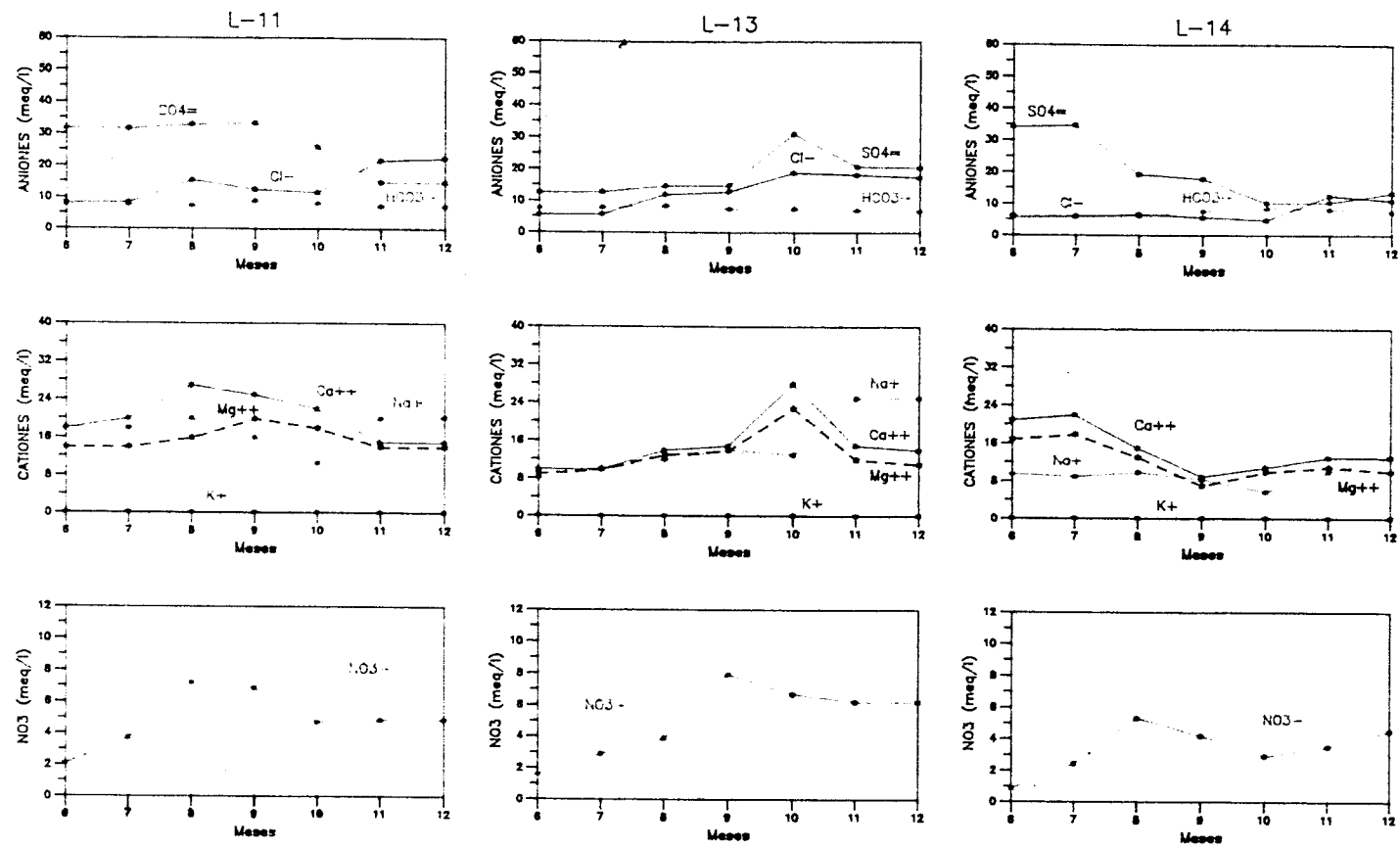
que no explican las variaciones observadas en los nitratos. La falta representatividad de estos iones también se comentó en la descripción estadística del apartado 4.2.

De forma contraria a lo observado para el caso de la veza (apartado 3.3), las variaciones son considerables para la mayor parte de las especies iónicas a las distintas profundidades de muestreo de la zona no saturada. Únicamente se mantienen sin cambios apreciables las concentraciones iónicas del piezómetro más profundo (P-02).

Este esquema de funcionamiento se ajusta bastante bien a los resultados del modelo de flujo en este intervalo de tiempo (Ver figura 2.28 de la Parte II), que indica la existencia de un flujo descendente no saturado durante este tiempo.

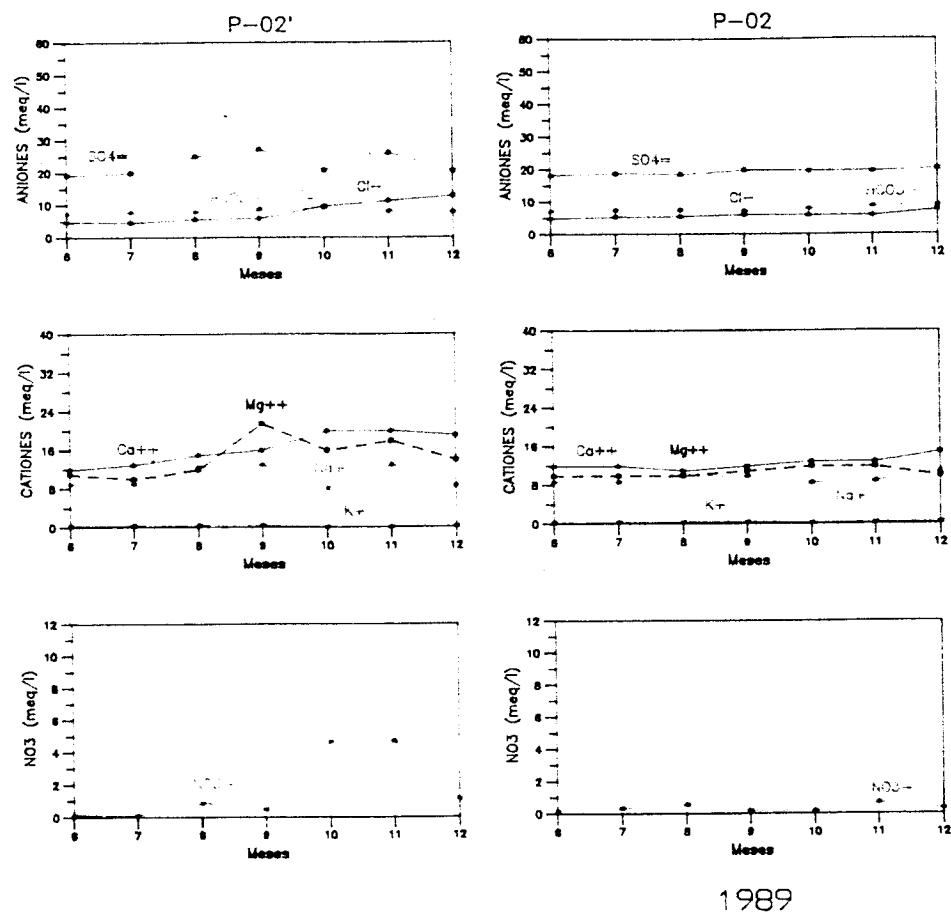
En cuanto a los aniones, los bicarbonatos se mantienen prácticamente constantes en todos los lisímetros y piezómetros muestreados. Como ya se ha comentado, la disolución de sulfatos cálcico-magnésicos limita la solubilidad del carbonato cálcico, que por efecto de ion común precipita.

Tanto el cloruro como el ion sulfato pueden considerarse trazadores bastante fiables del movimiento del agua en zona no saturada. En el caso de los cloruros, la explicación es clara, es un ion conservativo que no presenta ninguna tendencia a reaccionar (precipitar, ser adsorbido, etc.). Para los iones sulfato, las condiciones son oxidantes, esto es, no tenderá a reducirse a  $S^{2-}$ ; y por otra parte, las concentraciones no son lo suficientemente elevadas como para inducir precipitaciones.



1989

Fig. 4.9. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los lisímetros L-11, L-13 y L-14 (Cultivo maíz. E-2)



1989

Fig. 4.10. Evolución en el tiempo de los principales contenidos iónicos para los piezómetros P-02' y P-02 (Cultivo maíz, E-2)

Las variaciones de estos dos iones en el tiempo (fig. 4.8 a 4.10) se analizarán conjuntamente con la evolución temporal de la relación  $rCl^-/rSO_4^{=}$  (Fig. 4.11).

En los meses de junio y julio, las concentraciones de  $Cl^-$  y  $SO_4^{=}$  en los lisímetros se mantienen en niveles muy parecidos a los que se comentaron en el caso de la veza. Los riegos, que comenzaron en junio todavía no parecen ser efectivos en el movimiento del agua en el perfil. Por el momento, el agua de infiltración se debe invertir en humedecer las capas superficiales y en cubrir las necesidades de evapotranspiración de las plantas.

Los caudales de riego poseen conductividades que son próximas a  $1000 \mu S/cm$ . En concreto, el 19 de julio se registraron  $1099 \mu S/cm$ , el 2 de agosto,  $970 \mu S/cm$ ; y el 18 de septiembre,  $956 \mu S/cm$ . Es decir, son valores muy inferiores a los medidos en el perfil del suelo.

A 0.3 m de profundidad, el grado de humedad desde finales de julio ha alcanzado valores próximos a saturación (figura 2.29 de la Parte II), y se observa que para los muestreos de agosto a octubre, la relación  $rCl^-/rSO_4^{=}$  desciende considerablemente (aumentan los cloruros y descienden los sulfatos). Mientras, para profundidades superiores, la tendencia es la contraria. Hasta octubre, la relación  $rCl^-/rSO_4^{=}$  se mantiene más o menos constante (excepto a 3 m), mientras que de octubre a noviembre aumenta espectacularmente a 1.5, 2 y 3.5 m. Estos niveles más profundos, de acuerdo con los resultados de la modelización de flujo,

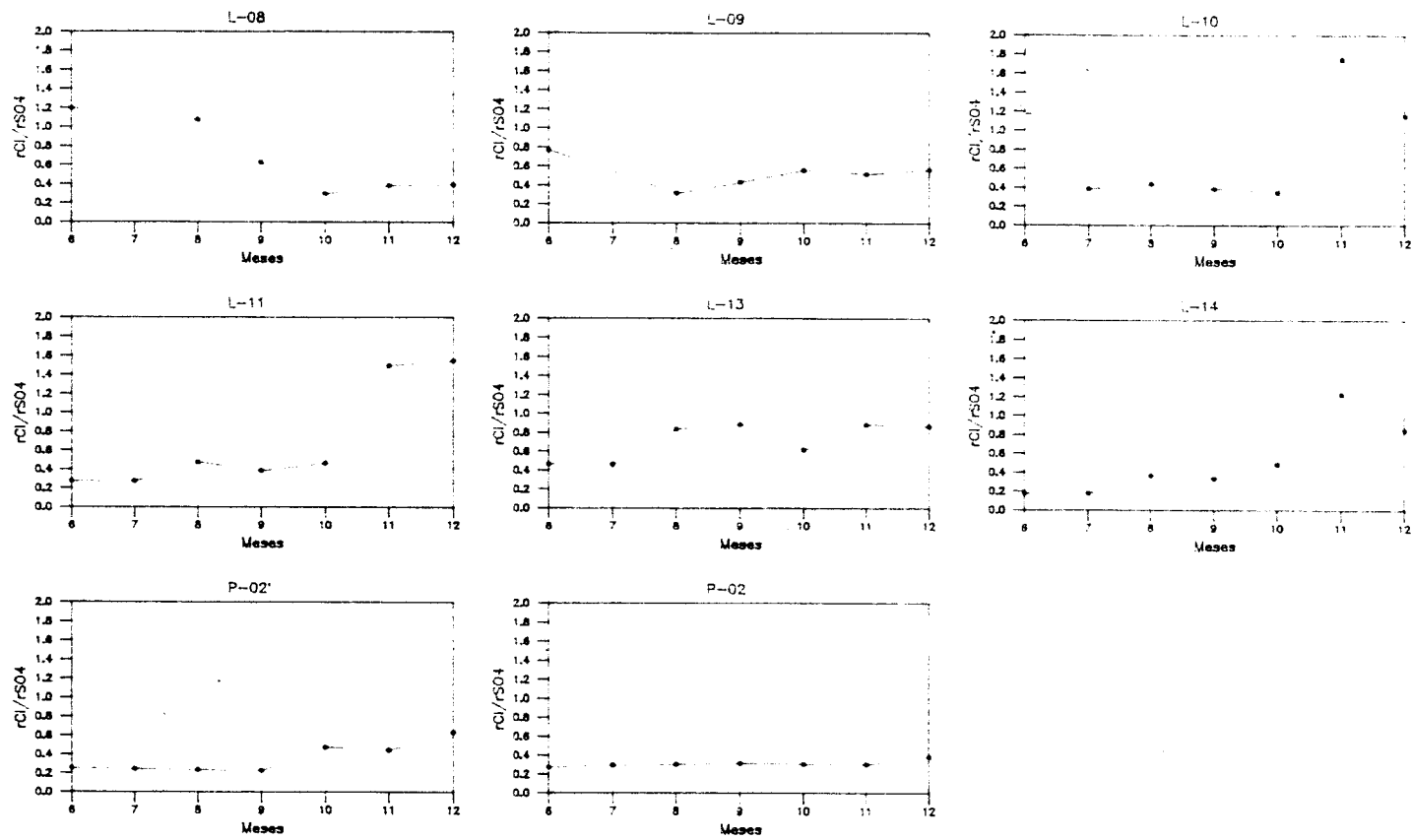


Fig. 4.11. Evolución en el tiempo de la relación  $rCl/rSO_4$  (Cultivo maíz, E-2)

son más permeables y están más secos. El piezómetro somero P-02' llega a acusar este incremento, aunque muy mitigado, mientras que el profundo, P-02, no se ve afectado.

La entrada de importantes caudales de agua de regadío al sistema, desde el punto de vista químico provoca el desplazamiento de sales disueltas en profundidad, así como un fenómeno superpuesto de dilución de concentraciones en todo el perfil. De esta manera parece más efectivo el análisis de la relación  $rCl^-/rSO_4^{=}$  que de cada parámetro por separado.

El proceso global, teniendo en cuenta las concentraciones de  $Cl^-$  y  $SO_4^{=}$  que se registraron con anterioridad (cultivo de veza, o incluso el anterior de cebada) tiene como resultado el lavado de los horizontes acumuladores de sales (niveles con mayor proporción de arcillas o abundancia de raíces), lo que se traduce en la homogeneización de valores en todo el perfil. Los valores de  $Cl^-$  y  $SO_4^{=}$  quedan al final de 1989 entre 10 y 20 meq/l en todos los lisímetros muestreados.

Hay que hacer una serie de consideraciones previas para poder comprender la evolución de los nitratos en este período. La parcela se abonó a primeros de junio (fondo) con una dosis de 500 kg/ha de abono 15-15-15 con el nitrógeno en forma amoniacal. Cuando el maíz tenía una altura de 20 cm se aplicó el abono de cobertera, 250 kg/ha de  $NH_4NO_3$ . Sin embargo, a 0.3 m no se acusa el previsible brusco aumento de nitratos correspondiente. Hay que tener en cuenta que las necesidades de nutrientes del maíz durante su crecimiento (junio a agosto) deben ser muy elevadas, consumiendo de forma inmediata gran parte del  $NO_3^-$  añadido. Por otra parte



el abono incorporado consta de una componente aniónica,  $\text{NO}_3^-$ , de asimilación directa, y otra catiónica  $\text{NH}_4^+$ , que para que pueda ser utilizada por la planta debe oxidarse previamente, es decir estará disponible con un cierto retardo en el tiempo.

Además del abonado, hay que considerar que el 60% de la veza se enterró, con objeto de aumentar la fertilidad del terreno, por lo que debe estarse produciendo mineralización de materia orgánica a una cierta profundidad.

A 0.9 y 1.5 m se observa un incremento suave de nitratos desde julio a octubre, que se transmite por efecto del flujo descendente a capas inferiores con un cierto desfase. El incremento no es tan grande como cabía pensar, ya que el maíz consume elevadas concentraciones de este ion.

Aunque en las figuras realizadas sólo se ha representado la evolución hasta diciembre, los datos posteriores (primeros meses de 1990), indican que los niveles disminuyen mucho en todo el perfil (hasta niveles inferiores a 2 meq/l). Es posible que las lluvias caídas a finales del otoño hayan continuado induciendo flujo descendente, así como procesos de dilución.

El nivel saturado, en su parte más somera, también acusa el descenso de nitratos del perfil, en los meses de octubre y noviembre, mientras que el piezómetro más profundo mantiene sus niveles constantes.

En cuanto a los cationes, se aprecia que los iones calcio y magnesio siguen una evolución similar, aunque el calcio siempre se encuentra en mayor concentración.

Este hecho contrasta con la observación realizada durante el período de cultivo de veza, donde se describió la relación inversa del calcio y el magnesio como resultado de cambio iónico.

Durante el período de cultivo de maíz, las variaciones aniónicas a lo largo del tiempo hacen más difícil la identificación de procesos de cambio catiónico. Por ejemplo un aumento de sodio puede responder tanto a un proceso de cambio catiónico como a una disolución de una sal sódica.

Sólo en los últimos meses del período de cultivo del maíz (octubre-noviembre-diciembre) y en el lisímetro L-13 se puede distinguir un proceso de cambio catiónico de calcio por sodio. La situación reflejada en el lisímetro L-11, en la que los iones calcio y magnesio disminuyen y aumenta el sodio, no responde a un cambio catiónico, ya que en este lisímetro el sodio sigue una tendencia similar al cloruro, y el aumento en la concentración de ambos iones parece tener un origen común (disolución de sales, evaporación, etc.).

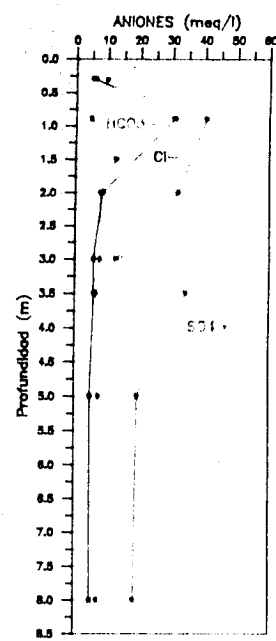
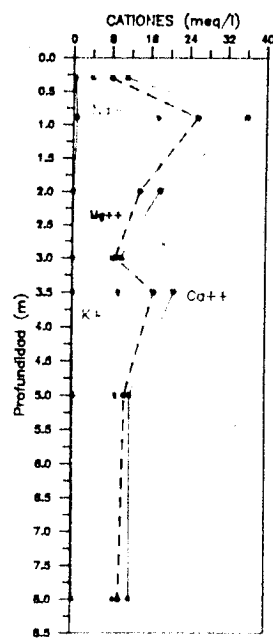
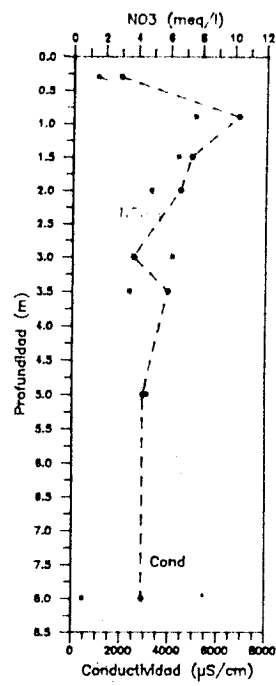
Respecto al potasio, las concentraciones son muy pequeñas, con valores comprendidos entre 0 y 1 meq/l. Los valores más altos se registran en los dos lisímetros más someros; en L-08 durante todo el período de estudio y en L-09 hasta el mes de agosto. Este catión se adicionó en el abono de fondo aplicado al maíz en los meses de junio y julio, en forma de KCl. El  $K^+$  se fija con facilidad en las arcillas, en posiciones interlaminares, de ahí que no se detecten concentraciones apreciables a profundidades superiores a 0.9 m.

#### **4.4. Evolución de parámetros en profundidad**

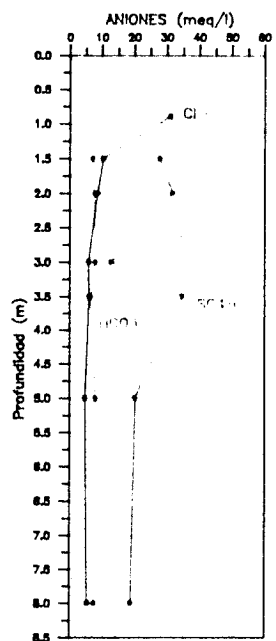
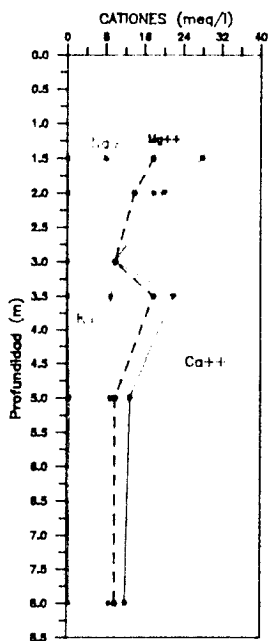
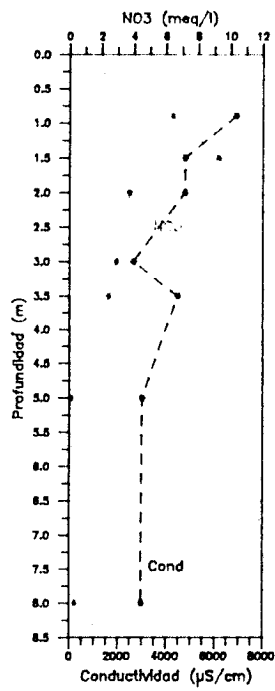
En las figuras 4.12 a 4.15 se ha representado la variación de los contenidos iónicos en profundidad durante el cultivo del maíz, como complemento a las figuras 4.8 a 4.10 de evolución en el tiempo. Se ha optado por una representación bidimensional en vez de tridimensional, para facilitar la interpretación de los procesos asociados a las variaciones espacio-temporales.

En general se observa, en contraste a lo que sucede en la veza (apartado 3.4), que los perfiles obtenidos no son estacionarios y se aprecia un movimiento global de los diferentes iones en profundidad. Así, los sulfatos presentan en junio y julio una distribución semejante a la de meses anteriores (durante el período de cultivo de veza) con dos máximos en torno a 0.9 y 3.5 m, y un mínimo de concentración situado a 3 m de profundidad. Esta disposición cambia en meses posteriores, debido a que el agua aportada en el regadío provoca un desplazamiento de los valores máximos hacia niveles más profundos, registrándose en septiembre los máximos a profundidades respectivas de 2 y 5 m, y el mínimo a 3.5 m.

Para la interpretación de estos desplazamientos de "picos" en profundidad, serán de gran utilidad los resultados del ensayo de trazador, comentados en el capítulo 3 de la Parte II. En principio el comentario se centrará en el comportamiento de cloruros y sulfatos, considerados buenos trazadores en este caso.

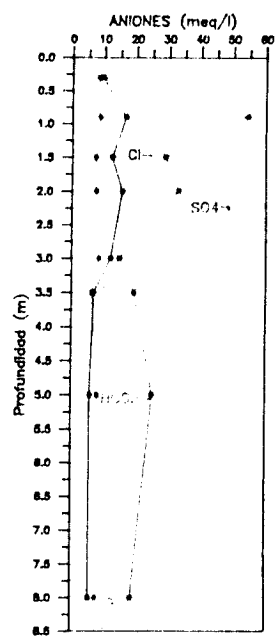
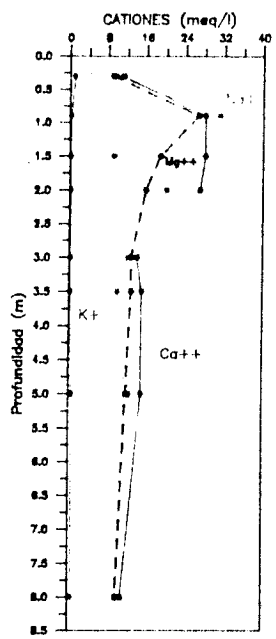
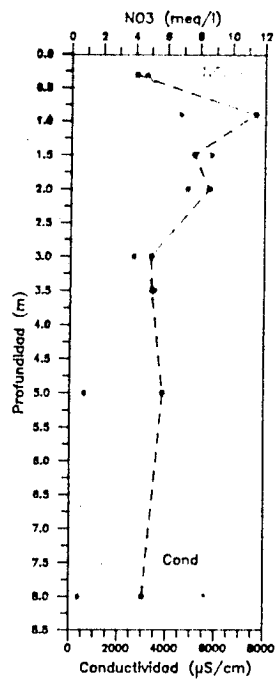


E-2  
JUNIO 89

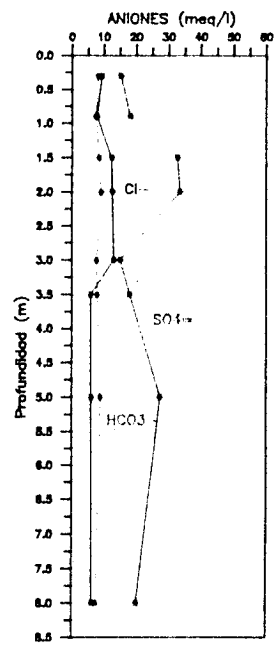
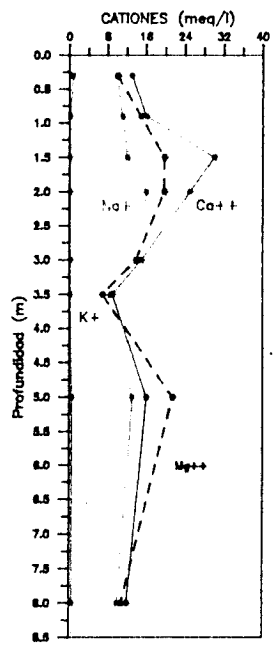
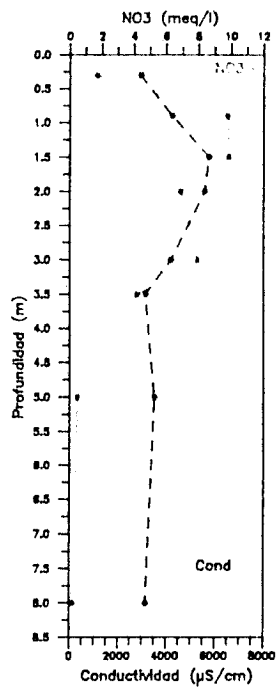


E-2  
JULIO 89

Fig. 4.12. Perfiles iónicos en profundidad para junio y julio de 1989 (Cultivo maíz. E-2)

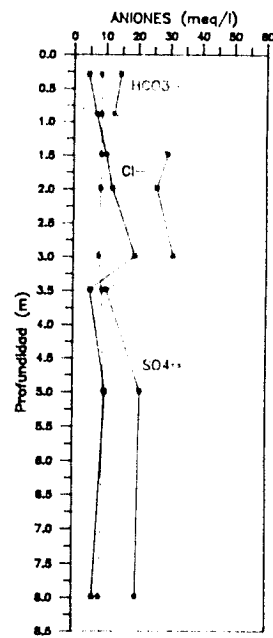
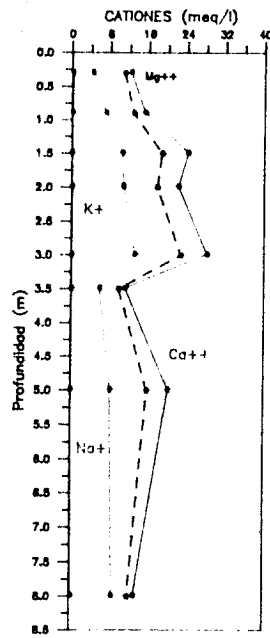
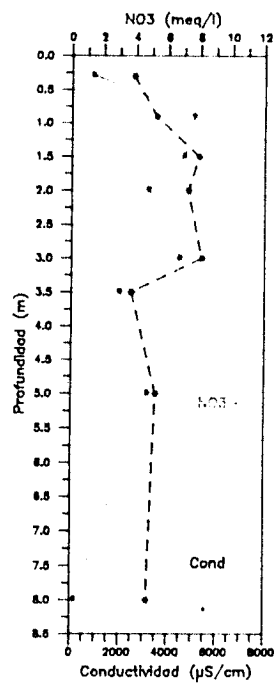


E-2  
AGOSTO 89

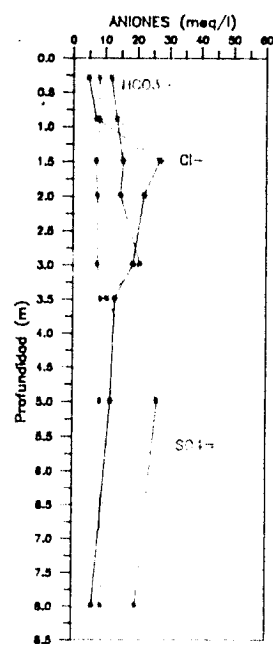
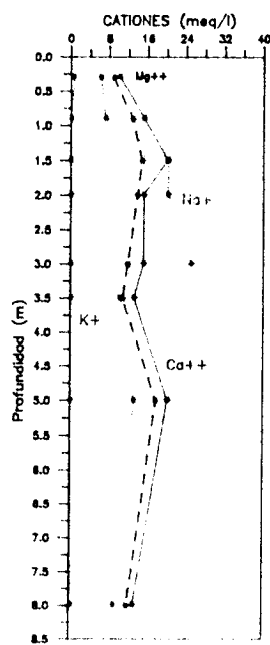
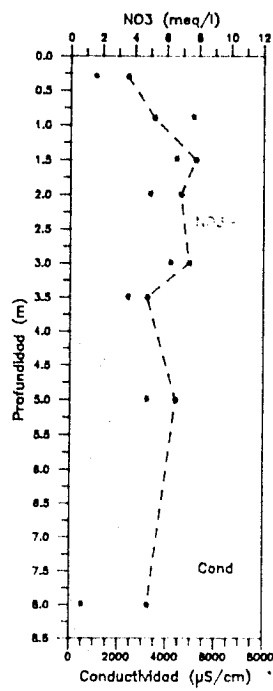


E-2  
SEPTIEMBRE 89

Fig. 4.13. Perfiles iónicos en profundidad para agosto y septiembre de 1989 (Cultivo maíz. E-2)

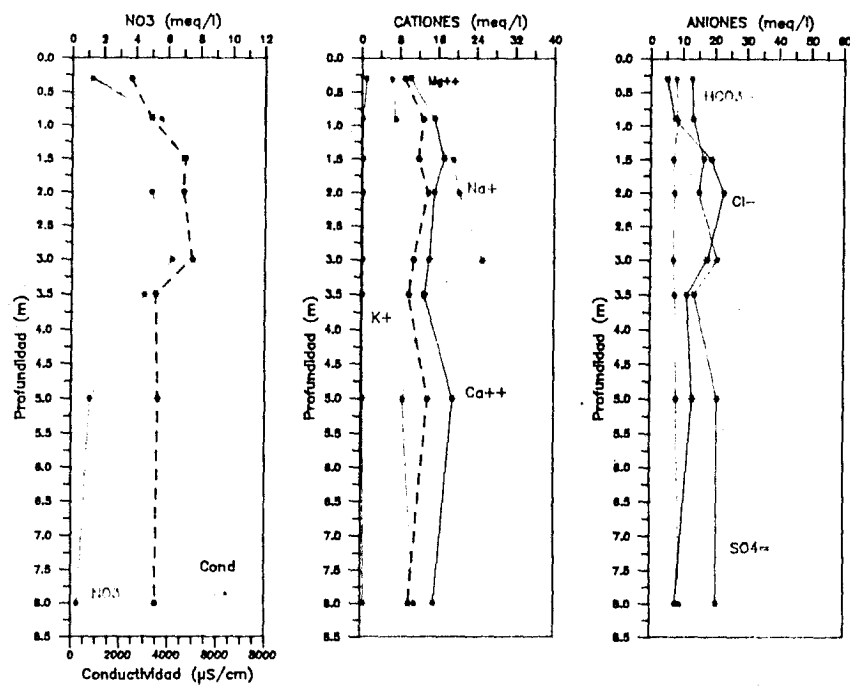


E-2  
OCTUBRE 89



E-2  
NOVIEMBRE 89

Fig. 4.14. Perfiles iónicos en profundidad para octubre y noviembre de 1989 (Cultivo maíz. E-2)



E-2  
DICIEMBRE 89

Fig. 4.15. Perfiles iónicos en profundidad para diciembre de 1989 (Cultivo maíz. E-2)

Como se dijo antes, en junio y julio la situación no ha cambiado mucho respecto al período de cultivo de la veza, y hay que esperar hasta agosto para ver variaciones apreciables.

Según el ensayo de trazador, de junio a agosto el desplazamiento es de unos 0.3 m. En agosto (figura 4.13) el máximo de  $\text{SO}_4^-$  situado a 3.5 m ha desaparecido, ya que se ha desplazado a una zona donde no hay tomamuestras. El piezómetro somero acusa un ligero aumento de concentración. Por otra parte a 0.9 m, el pico de sulfatos se incrementa, llegando a tener un contenido de 55 meq/l, muy superior al de meses anteriores. Este máximo debía estar situado anteriormente entre 0.3 y 0.9 m, de manera que no era detectable en los lisímetros instalados. Además hay que realizar otra observación de importancia, el pico de cloruros detectado a 0.9 m durante junio y julio, parece haber desaparecido en agosto. Es probable que se encuentre entre los lisímetros instalados a 1 y 1.5 m de profundidad. En septiembre el máximo de sulfatos puede que se encuentre entre 1.5 y 2.0 m, mientras que el de cloruros sigue sin poderse localizar, quizá esté entre los lisímetros de 2 y 2.5 m de profundidad. En octubre, la posición del máximo de sulfatos debe encontrarse entre 2 y 3 m, mientras que el de cloruros ha llegado al lisímetro situado a 3 m, donde por fin es detectado.

La situación para el caso del mes de noviembre merece comentarse detenidamente. A 3 m de profundidad se siguen registrando valores altos de cloruros y sulfatos, aunque mitigados respecto a la posición de octubre. Este hecho



puede explicarse considerando que la velocidad del flujo de agua en este momento es pequeña (han parado los riegos), de acuerdo con el modelo de flujo y ensayo de trazador de la Parte II (figuras 2.28 y 3.1).

Sin embargo, hay un extraño rasgo en el perfil. Se trata de la aparición de un pico de cloruros a 1.5 m (con una concentración de  $\text{Cl}^-$  superior a la de  $\text{SO}_4^{=}$ ), que no había sido registrado anteriormente en los lisímetros más someros (0.3 y 0.9 m). Este pico no es un error analítico porque en meses posteriores se mantiene esta situación. Es posible que este aumento de la relación  $r\text{Cl}^-/r\text{SO}_4^{=}$  se deba a un cambio drástico en la composición del agua de riego. No obstante es difícil explicar un incremento de unos 20 meq/l de  $\text{Cl}^-$ , junto con una disminución de  $\text{SO}_4^{=}$  de 15 meq/l por este mecanismo.

Por otra parte, cabe también suponer que se trata de un problema asociado con la limitación del muestreo discontinuo en espacio y tiempo. Si la cápsula porosa se llena en los primeros días de succión, aunque posteriormente la solución de agua descendente contenga otra composición química, el lisímetro ya no tendrá capacidad para retenerla.

Si ahora se presta atención al comportamiento de los nitratos en el perfil, se comprueba que el desplazamiento de los picos sigue las pautas mencionadas con  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{=}$ , con algunas características propias que resaltar.

En los meses de junio y julio los perfiles de  $\text{NO}_3^-$  no se mantienen estables, como en las otras especies. Se aprecia un incremento importante, en especial a 1.5 m, lo que se

## **5. RESUMEN Y CONCLUSIONES**

## 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La interpretación de los datos hidroquímicos se ha realizado de forma integrada con el resto de información obtenida durante esta fase del proyecto: litológica, microbiológica, flujo, etc.

En especial, es imprescindible conocer en detalle el movimiento del agua en la zona no saturada y los principales factores que lo determinan. Por esto, la interpretación hidroquímica se basa en la del flujo no saturado: se centra en el estudio de la parcela E-2 durante los períodos de cultivo de la veza (octubre-88 a mayo-89) y del maíz (junio a diciembre-89).

El tratamiento realizado se puede resumir en los siguientes puntos:

- El análisis estadístico de los resultados (ajustes de población, matriz de correlación y análisis factorial) no ha resultado muy efectivo en la interpretación global. Los datos manejados no constituyen una muestra aleatoria única (es decir, hay un efecto de superposición de poblaciones diferentes), lo que resta posibilidades a este tipo de tratamiento.

No obstante, se ha podido concluir que a) los parámetros medidos en campo tienen escasa significación b) Las concentraciones de  $\text{NO}_2^-$  y  $\text{NH}_4^+$  medidas en laboratorio responden a muestras alteradas, no representativas del medio físico c) El principal factor de mineralización debe ser litológico y agrupa a  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Na}^+$ .

- El análisis de las evoluciones iónicas de los perfiles en profundidad y con el tiempo sí que ha sido una técnica muy provechosa en la interpretación hidroquímica. A continuación, se enumeran los resultados más significativos:

a. Tanto cloruros como sulfatos se pueden considerar, en el medio estudiado, buenos trazadores de flujo. Por tanto, se han seguido sus evoluciones para obtener información sobre el movimiento del agua en la zona no saturada. Durante el cultivo de la veza, sólo se observó flujo en la zona más somera del perfil, permaneciendo el resto de la columna en situación estacionaria. En cambio, en la época del maíz, el movimiento descendente de especies iónicas (y por tanto agua) es muy importante. Se aprecian también otros fenómenos como dilución y difusión-dispersión afectando a todo el perfil, de manera que las concentraciones registradas disminuyen apreciablemente en el tiempo.

El esquema hidroquímico, descrito extensamente en el texto, ajusta muy bien con el modelo de funcionamiento hidrodinámico.

b. Respecto a las variaciones catiónicas, sólo se han podido identificar procesos de cambio catiónico debido a la presencia de fases arcillosas en el medio. Durante el cultivo de la veza, y por las condiciones de movimiento muy lento en gran parte del perfil, este proceso parece ser más evidente.

c. En cuanto al comportamiento de los nitratos, como cabía esperar, el efecto debido al desplazamiento con el flujo se superpone al resultado de la actividad nutritiva de la vegetación en desarrollo (en la zona radicular). Sin embargo, la imprecisión de algunos datos agronómicos (abonados, mineralización de la materia orgánica) han impedido una descripción más exacta de las variaciones registradas.

Durante el cultivo de la veza, se apreció un importante aporte inicial de nitrógeno al sistema, que posteriormente fue asimilado por la planta, o arrastrado a capas inferiores.

Para el maíz, era previsible que se observase inicialmente un aumento espectacular de nitratos en los primeros tomamuestras ya que se enterró el 60% de la cosecha de veza, y además se aplicaron abonados de fondo y cobertera. Sin embargo, esto no ocurrió, lo que se atribuye al elevado consumo de nitratos por parte del maíz en su primera etapa de crecimiento. Respecto al movimiento descendente de este ion con el flujo, se aprecia un cierto retardo, que puede atribuirse al tiempo de transformación de las formas amoniac~~ales~~ales en nítricas, antes de migrar en el perfil.

**ANEXOS**

**ANEXO 4**

**Resultados de las determinaciones realizadas "in situ"**

Muestreo de Octubre-88 (Realizado el 24-10-88)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Cond. (µS/cm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
L-08								
L-09								
L-10	18.6	2.2	0.8	0.25	7.46	157	6520	250
L-11	19	2.3	0.8	0.05	7.43	167	4740	100
L-12	19.7							100
L-13	19	2.9	0.5	0.05	7.43	174	2590	75
L-14	19	1.8	0.5	0.05	7.14	186	3900	25
P-02'	17.4	1.6	0.4	0.25	7.25	124	2830	25
P-02	17.2	1.6	0.5	0.25	7.34	75	2550	10

Muestreo de Noviembre-88 (Realizado el 15-11-88)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Cond. (µS/cm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
L-08	16.9							
L-09								
L-10	17.2							
L-11	17.4	1.8	0.8	0.05	7.16	213	3360	100
L-12	18.6							
L-13	18	2.4	0.4	0.05	7.38	211	1810	100
L-14	17.9	2.7	0.8	0.05	7.12	209	2880	25
P-02'	17.8	2.6	0.5	0.05	7.14	146	2210	10
P-02	17.7	2.1	0.4	0.1	7.13	195	2070	25



Muestreo de Diciembre-88 (Realizado el 19-12-88)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Cond. (µS/cm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)
L-08	4.8	3.3	0.3	0.05	7.48	167	4820	> 500
L-09								
L-10	10.4							> 250
L-11	12.7	2.6	0.8	0.05	7.48	174	4310	> 100
L-12	12.8							100
L-13	14.8	3.2	0.6	0.05	7.46	146	2650	< 250
L-14	15.4	2.9	0.8	0.05	7.27	175	4270	50
P-02'	16.8	2.6		0.1	7.32	153	2970	> 10
P-02	16.6	3.0	0.5	0.05	7.67	139	2670	> 10

Muestreo de Enero-89 (Realizado el 24-1-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Cond. (µS/cm)
L-08	4.2						
L-09	7.8						
L-10	8.0						
L-11							
L-12							
L-13							
L-14							
P-02'	15.7	3.0			6.99	182	2280
P-02	14.9	2.7	0.5	0.05	7.07	171	2140

Muestreo de Febrero-89 (Realizado el 28-2-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Conductividad (µS/cm)
L-08	11.3	3.2	0.6	0.05	7.33	229	2670
L-09							
L-10	12.0						
L-11	11.0	3.1	0.8	0.05	7.13	205	3740
L-12	13.3						
L-13	12.5	3.3	0.6	0.1	7.16	256	2080
L-14	13.4	3.6	0.8	0.05	7.03	253	3420
P-02'	14.9	3.1			7.19	284	2300
P-02	14.8	2.2	0.8	0.05	7.07	246	2250

Muestreo de Marzo-89 (Realizado el 3-4-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Conductividad (µS/cm)
L-08	9.8						
L-09							
L-10	11.5						
L-11	12.3	2.8	0.5	0.05	7.57	167	3710
L-12	11.8						
L-13	12.8	3.7	0.5	0.05	7.69	173	2110
L-14	13.2	3.9	0.8	0.05	7.29	189	3480
P-02'	14	1.5			7.33	184	2430
P-02	14.2	1.6	0.06	0.05	7.23	180	2470

Muestreo de Abril-89 (Realizado el 25-4-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Conductividad (μS/cm)
L-08	13.5						
L-09	13.9						
L-10	13.2						
L-11	13.2						
L-12	13.4						
L-13	13.7	3.5	0.05	0.05	7.67	178	2290
L-14	13.2	3.5	0.8	0.05	7.39	173	3640
P-02'	14.3	3.0	0.3	0.05	7.67	187	2600
P-02	14.5	2.4	0.6	0.05	7.12	188	2560

Muestreo de Mayo-89 (Realizado el 31-5-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Conductividad (μS/cm)
L-08	16.7	2.5	0.15	0.05	7.85	225	2010
L-09	19						
L-10	15.6						
L-11	15.2	2.7	0.8	0.05	7.75	172	4060
L-12							
L-13	15.4	2.7	0.5	0.05	7.82	189	2390
L-14	15.4	2.7	0.8	0.05	7.68	215	3680
P-02'	14.8	0.7	0.0	0.05	7.15	- 17	2640
P-02	14.8	1.4	0.5	0.05	7.15	189	2650

Muestreo de Junio-89 (Realizado el 26-6-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Conductividad (µS/cm)
L-08	23						
L-09	21.2						
L-10	19.5						
L-11	18.5						
L-12							
L-13	16.8						
L-14	16.3	2.6	0.8	0.05	6.76	84	3900
P-02'	16.5	1.1		0.1	7.04	- 29	2740
P-02	15.5	1.1	0.4	0.05	7.06	216	2750

Muestreo de Julio-89 (Realizado el 24-7-89)	Temperatura (°C)	O2 (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	pH	Eh (mV)	Conductividad (µS/cm)
L-08							
L-09	25						
L-10	22	1.4			7.25	175	4130
L-11	22						
L-12							
L-13	22.5	1.4	0.5	0.05	7.36	183	1893
L-14	18	1.5	> 0.8	0.05	7.12	196	2920
P-02'	16.5	0.7			7.36	- 50	2090
P-02	16.5	1.8	0.5	0.25	7.47	186	1965

Fecha	Tem.	Prf.Cond.	pH	Li	Na	Ha	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	Ni	Ni	Co	Co	Cr	Cr	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4
(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)
15-01-88	L-1	0.3	268	7.20	9.0	220	9.0	4.0	0.10	340	17.00	109	8.33	657	10.77	771	15.06	137	3.86	340	5.48	0.42	0.008	0.12	0.0657	
15-01-88	L-2	0.9																								
15-01-88	L-3	1.5	8591	7.40	0.2	490	21.3	5.0	0.19	950	49.00	480	40.00	218	3.57	1942	38.40	2236	62.70	210	3.37	0.28	0.0031	0.56	0.0037	
15-01-88	L-4	2.0	5902	7.50	0.2	304	13.2	9.0	0.23	520	20.00	240	20.00	237	3.89	1732	35.50	633	17.89	350	3.65	0.95	0.0019	0.55	0.0029	
15-01-88	L-5	2.5	5481	7.20	0.0	55	23.9	4.0	0.19	340	32.00	220	31.57	368	6.35	2286	47.21	1959	29.83	220	3.55	2.70	0.0017	0.64	0.0022	
15-01-88	L-6	3.0	3657	7.40	0.0	252	11.0	0.0	0.00	470	23.50	150	13.33	264	5.97	1478	20.79	307	9.65	200	3.23	1.28	0.0023	0.15	0.0037	
15-01-88	L-7	3.5	3244	7.80	0.1	220	9.5	3.0	0.23	430	21.50	150	12.50	372	6.10	1323	27.60	214	6.03	170	2.74	2.00	0.0035	0.46	0.0025	
15-01-88	P-1	5.5	3273	7.10	0.0	130	7.8	12.0	0.23	430	21.50	150	10.83	491	3.05	1242	25.90	187	5.27	70	1.13	0.23	0.0050	0.60	0.0040	
15-01-88	P-1	5.1	18115	7.30	0.0	4700	137.0	40.0	1.15	240	12.00	250	24.17	190	3.11	10080	210.00	538	15.15	13	0.21	3.80	0.0025	0.18	0.0089	
15-01-88	L-2	0.3	1821	8.20	0.0	74	3.2	51.0	1.23	255	12.75	55	4.63	494	6.62	289	6.23	167	4.70	290	4.58	0.52	0.0012	0.50	0.0023	
15-01-88	L-2	0.3	4287	8.00																						
15-01-88	L-10	1.5	3077	7.70	0.0	194	7.1	4.0	0.10	455	22.75	125	10.42	237	3.69	1371	23.55	184	14.39	480	7.74	0.33	0.0035	0.62	0.0041	
15-01-88	L-11	2.0	2463	7.20	0.0	120	7.2	5.0	0.23	265	14.75	55	7.92	285	4.67	548	11.93	170	4.79	130	2.10	0.19	0.0041	0.66	0.0044	
15-01-88	L-12	2.5																								
15-01-88	L-13	3.0	1828	8.10	0.0	150	3.6	1.0	0.05	235	10.25	75	9.25	227	2.89	480	10.90	224	6.21	140	2.25	0.17	0.0037	0.65	0.0032	
15-01-88	L-14	3.5	2644	7.20	0.0	172	7.5	2.0	0.05	245	17.25	115	9.83	317	3.20	1125	33.44	147	4.14	45	0.73	0.88	0.0031	0.12	0.0037	
15-01-88	P-2	5.0	3102	7.20	0.0	200	8.7	2.0	0.25	325	21.25	120	10.83	260	5.74	1378	25.15	190	5.35	71	1.15	0.15	0.0025	0.62	0.0041	
15-01-88	P-3	5.0	2982	7.20	0.0	133	8.1	17.0	0.23	350	19.00	140	11.67	540	3.95	1200	25.00	170	4.79	52	0.84	0.05	0.0011	0.60	0.0029	
15-01-88	P-3	6.5	2584	7.70	0.0	124	3.7	2.0	0.05	240	16.00	45	7.72	244	3.54	1092	20.68	130	3.68	46	0.74	0.05	0.0011	0.65	0.0025	
15-01-88	P-2	5.0	2687	7.50	0.0	179	7.7	9.5	0.15	215	15.75	110	11.7	325	5.23	970	22.29	157	4.42	19	0.31	0.00	0.0034	0.12	0.0037	
15-01-88	L-2	0.3	2159	8.10	0.0	212	3.2	1.0	0.05	210	15.00	70	7.80	624	13.11	668	17.63	110	3.10	53	1.50	0.47	0.0032	0.13	0.0037	
15-01-88	L-2	0.3	1415	8.00	0.0	170	47.5	2.0	0.25	150	7.00	50	50.00	333	3.25	1504	37.63	433	122.06	210	3.39	0.66	0.0017	0.44	0.0024	
15-01-88	L-7	1.5	13315	7.90	0.0	470	20.4	5.0	0.10	1140	57.00	400	50.00	271	4.80	1650	34.34	2735	77.04	210	3.39	0.66	0.0017	0.44	0.0024	
15-01-88	L-4	3.0	10574	8.10	0.0	470	20.4	5.0	0.10	1140	57.00	400	50.00	271	4.80	1650	34.34	2735	77.04	210	3.39	0.66	0.0017	0.44	0.0024	
15-01-88	L-5	3.5	5442	7.20	0.0	320	23.0	1.0	0.05	300	34.50	160	31.67	467	3.89	1353	30.61	1843	49.23	130	21.29	1.75	0.0021	0.56	0.0021	
15-01-88	L-6	4.0	5442	7.20	0.0	320	23.0	1.0	0.05	300	34.50	160	31.67	467	3.89	1353	30.61	1843	49.23	130	21.29	1.75	0.0021	0.56	0.0021	
15-01-88	L-3	3.0	3715	7.20	0.0	270	12.0	1.0	0.05	450	24.50	150	15.00	431	7.07	1440	32.00	235	3.21	200	3.23	0.15	0.0023	0.25	0.0025	
15-01-88	L-7	3.5	3501	7.50	0.0	224	9.7	3.0	0.20	330	17.00	150	12.00	447	3.33	1140	23.75	185	5.21	140	2.26	0.39	0.0025	0.23	0.0023	
15-01-88	P-1	5.5	3094	7.20	0.0	224	9.7	3.0	0.20	330	17.00	150	12.00	447	3.33	1140	23.75	185	5.21	140	2.26	0.39	0.0025	0.23	0.0023	
15-01-88	P-1	5.1	15562	8.10	0.0	6300	200.4	24.0	0.25	270	16.50	300	18.67	168	3.72	11976	247.46	533	15.01	81	1.31	0.07	0.0015	0.19	0.0019	
15-01-88	L-3	0.3	1833	8.20	0.0	34	3.0	0.0	1.00	230	13.50	70	5.93	488	7.46	410	3.54	199	5.39	290	4.19	0.18	0.0022	0.30	0.0027	
15-01-88	L-4	2.5	2535	7.40	0.0	220	3.7	1.0	0.05	310	25.50	140	13.23	280	9.23	1527	32.50	188	5.30	40	0.65	0.62	0.0017	0.21	0.0027	
15-01-88	P-1	5.0	1732	7.50	0.0	212	3.2	1.0	0.05	230	16.50	110	12.50	315	3.44	1110	23.15	178	5.61	40	0.85	1.62	0.0022	0.20	0.0021	
15-01-88	P-2	5.0	2700	7.20	0.0	210	3.7	1.0	0.05	230	16.50	110	12.50	315	3.44	1110	23.15	178	5.61	40	0.85	1.62	0.0022	0.20	0.0021	
15-01-88	P-3	5.0	2587	7.40	0.0	145	7.2	1.0	0.20	400	20.00	120	19.00	471	3.85	1380	22.50	193	5.44	50	0.81	0.32	0.0014	0.23	0.0023	
15-01-88	P-2	5.2	2431	7.00	0.0	124	3.8	1.0	0.23	400	17.00	120	19.00	471	3.85	1380	22.50	193	5.44	50	0.81	0.32	0.0014	0.23	0.0023	
15-01-88	L-1	0.3	2970	8.10	0.0	200	5.0	0.2	0.00	260	13.00	80	6.67	733	33.10	549	11.44	57	1.61	7	0.11	0.40	0.0027	0.23	0.0022	
15-01-88	L-2	0.9	13520	8.20																						
15-01-88	L-2	1.5	1549	7.90	0.0	430	21.5	0.0	0.00	1140	57.00	600	50.00	277	4.54	1756	37.42	2668	50.79	200	3.23	0.21	0.0046	0.21	0.0017	
15-01-88	L-4	2.0	10340	8.10	0.0	500	21.7	8.0	0.20	1290	60.00	850	50.00	182	2.79	1778	37.42	2620	52.80	1120	18.06	0.37	0.0039	0.22	0.0022	
15-01-88	L-5	2.5	8330	7.10	0.0	600	23.1	0.0	0.00	730	36.50	500	41.67	467	7.89	3240	57.66	1669	47.01	220	3.55	0.16	0.0032	0.19	0.0028	
15-01-88	L-6	3.0	5530	7.10	0.0	230	12.2	0.0	0.00	430	23.50	170	14.17	435	7.13	1486	30.35	200	8.45	140	2.26	0.09	0.0017	0.20	0.0011	
15-01-88	L-7	3.5	3070	7.10	0.0	222	10.1	10.0	0.20	440	11.67	404	6.62	1120	33.54	249	7.61	110	1.77	0.19	0.0041	0.20	0.0011			
15-01-88	P-1	5.5	1689	7.20	0.0	235	10.3	11.0	0.28	320	16.00	140	11.67	520	6.69	1151	24.19	165	5.21	21	0.50	0.17	0.0037	0.23	0.0029	



Fecha	Gen.	Prf.Cond.	pH	Li	Na	Na	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	HCO3	HCO3	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4
		(µS/cm)		(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)	(eq/l)
25-05-88	L-19	1.5	8.10	0.0	539	27.4	0.0	0.00	830	41.30	200	25.00	267	4.41	3478	72.63	497	14.00	22	0.35	0.65	0.0011	0.13	0.0109
25-05-88	L-11	2.0	8.00	0.0	449	19.1	7.0	0.15	529	26.00	150	15.53	354	5.97	2247	46.81	254	8.00	8	0.13	0.69	0.0009	0.21	0.0117
25-05-88	L-12	2.5	8.20	0.0	379	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180	2.58	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.0000
25-05-88	L-13	3.0	8.10	0.0	189	7.8	0.0	0.00	259	12.50	70	7.50	451	7.39	601	12.52	195	5.49	182	1.32	0.00	0.0000	0.25	0.0137
25-05-88	L-14	3.5	8.20	0.0	208	9.0	0.0	0.00	340	17.00	150	12.50	354	5.97	1741	36.27	199	5.61	34	0.55	0.00	0.0000	0.20	0.0111
25-05-88	F-2	5.0	8.10	0.0	152	8.3	11.0	0.29	310	15.50	120	10.00	452	7.72	981	20.44	163	4.59	10	0.15	1.40	0.0004	0.20	0.0111
25-05-88	F-2	6.0	8.20	0.0	122	8.3	0.0	0.00	320	16.00	120	10.00	515	8.35	971	20.23	158	4.45	16	0.25	0.35	0.0075	0.30	0.0157
25-05-88	L-15	0.5	8.15	0.0	48	3.7	15.0	0.35	199	9.90	50	4.17	358	5.84	341	7.10	124	3.49	49	0.79	0.64	0.0009	0.34	0.0233
25-05-88	L-16	0.2	8.15	0.0	105	4.0	0.0	0.00	176	8.80	50	4.17	322	5.48	346	7.21	107	3.01	110	1.77	0.00	0.0000	0.13	0.0072
25-05-88	L-17	0.5	8.15	0.0	82	3.8	0.0	0.00	90	4.50	20	2.50	304	6.85	107	2.03	20	0.85	54	0.37	0.00	0.0000	0.38	0.0250
25-05-88	L-20	0.0	8.15	0.0	75	3.4	0.0	0.00	170	8.50	20	2.50	327	4.21	385	8.02	180	4.81	25	0.40	0.00	0.0000	0.25	0.0130
25-05-88	F-3	6.5	8.20	0.0	199	7.8	11.0	0.22	320	16.00	120	10.00	451	7.72	1104	23.42	140	3.64	25	0.65	0.25	0.0001	0.15	0.0105
25-05-88	F-3	8.2	8.20	0.0	259	10.3	8.0	0.20	340	17.00	150	11.67	525	5.22	1429	29.77	174	4.90	12	0.19	0.20	0.0000	0.25	0.0144
25-05-88	L-1	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-2	0.5	8.15	0.0	670	29.1	30.0	0.09	1520	76.00	320	25.00	321	4.41	2491	51.70	4102	115.65	210	3.29	0.41	0.0001	0.00	0.0000
25-05-88	L-3	1.0	8.15	0.0	590	24.7	7.7	0.13	1220	61.00	450	40.00	315	5.92	1832	34.00	2991	71.04	750	12.25	0.07	0.0001	0.15	0.0105
25-05-88	L-4	2.0	8.15	0.0	383	14.3	0.06	560	43.00	260	43.00	41.67	373	4.43	1703	56.35	1775	50.03	240	5.48	0.11	0.0004	0.12	0.0067
25-05-88	L-5	3.0	8.15	0.0	399	15.0	0.0	0.15	570	28.50	150	15.00	431	8.05	1684	35.29	400	11.27	210	3.29	0.01	0.0002	0.05	0.0022
25-05-88	L-7	3.5	8.15	0.0	316	9.4	10.0	0.31	299	15.00	100	8.00	327	6.41	1333	17.33	159	4.51	170	2.74	0.00	0.0000	0.41	0.0223
25-05-88	F-1	6.5	8.20	0.0	142	8.2	11.0	0.26	240	12.00	120	10.00	546	6.35	1045	22.19	153	5.15	20	0.45	0.05	0.0001	0.15	0.0109
25-05-88	F-1	8.1	8.20	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-8	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-9	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-10	1.0	8.15	0.0	670	29.1	30.0	0.09	1520	76.00	320	25.00	321	4.41	2491	51.70	4102	115.65	210	3.29	0.41	0.0001	0.00	0.0000
25-05-88	L-11	2.0	8.15	0.0	590	24.7	7.7	0.13	1220	61.00	450	40.00	315	5.92	1832	34.00	2991	71.04	750	12.25	0.07	0.0001	0.15	0.0105
25-05-88	L-12	2.5	8.15	0.0	449	19.1	7.0	0.15	529	26.00	150	15.53	354	5.97	2247	46.81	254	8.00	8	0.13	0.69	0.0009	0.21	0.0117
25-05-88	L-13	3.0	8.15	0.0	189	7.8	0.0	0.00	259	12.50	70	7.50	451	7.39	601	12.52	195	5.49	182	1.32	0.00	0.0000	0.25	0.0137
25-05-88	L-14	3.5	8.15	0.0	208	9.0	0.0	0.00	340	17.00	150	12.50	354	5.97	1741	36.27	199	5.61	34	0.55	0.00	0.0000	0.20	0.0111
25-05-88	F-2	5.0	8.10	0.0	152	8.3	11.0	0.29	310	15.50	120	10.00	452	7.72	981	20.44	163	4.59	10	0.15	1.40	0.0004	0.20	0.0111
25-05-88	F-2	6.0	8.20	0.0	122	8.3	0.0	0.00	320	16.00	120	10.00	515	8.35	971	20.23	158	4.45	16	0.25	0.35	0.0075	0.30	0.0157
25-05-88	L-15	0.5	8.15	0.0	48	3.7	15.0	0.35	199	9.90	50	4.17	358	5.84	341	7.10	124	3.49	49	0.79	0.64	0.0009	0.34	0.0233
25-05-88	L-16	0.2	8.15	0.0	105	4.0	0.0	0.00	176	8.80	50	4.17	322	5.48	346	7.21	107	3.01	110	1.77	0.00	0.0000	0.13	0.0072
25-05-88	L-17	0.5	8.15	0.0	82	3.8	0.0	0.00	90	4.50	20	2.50	304	6.85	107	2.03	20	0.85	54	0.37	0.00	0.0000	0.38	0.0250
25-05-88	L-20	0.0	8.15	0.0	75	3.4	0.0	0.00	170	8.50	20	2.50	327	4.21	385	8.02	180	4.81	25	0.40	0.00	0.0000	0.25	0.0130
25-05-88	F-3	6.5	8.20	0.0	199	7.8	11.0	0.22	320	16.00	120	10.00	451	7.72	1104	23.42	140	3.64	25	0.65	0.25	0.0001	0.15	0.0105
25-05-88	F-3	8.2	8.20	0.0	259	10.3	8.0	0.20	340	17.00	150	11.67	525	5.22	1429	29.77	174	4.90	12	0.19	0.20	0.0000	0.25	0.0144
25-05-88	L-1	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-2	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-3	1.0	8.15	0.0	670	29.1	30.0	0.09	1520	76.00	320	25.00	321	4.41	2491	51.70	4102	115.65	210	3.29	0.41	0.0001	0.00	0.0000
25-05-88	L-4	2.0	8.15	0.0	590	24.7	7.7	0.13	1220	61.00	450	40.00	315	5.92	1832	34.00	2991	71.04	750	12.25	0.07	0.0001	0.15	0.0105
25-05-88	L-5	3.0	8.15	0.0	383	14.3	0.06	560	43.00	260	43.00	41.67	373	4.43	1703	56.35	1775	50.03	240	5.48	0.11	0.0004	0.12	0.0067
25-05-88	L-7	3.5	8.15	0.0	316	9.4	10.0	0.31	299	15.00	100	8.00	327	6.41	1333	17.33	159	4.51	170	2.74	0.00	0.0000	0.41	0.0223
25-05-88	F-1	6.5	8.20	0.0	142	8.2	11.0	0.26	240	12.00	120	10.00	546	6.35	1045	22.19	153	5.15	20	0.45	0.05	0.0001	0.15	0.0109
25-05-88	F-1	8.1	8.20	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-8	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-9	0.5	8.15	0.0	520	25.1	30.0	0.34	320	16.00	120	10.00	314	7.81	1268	260.00	630	17.75	14	0.23	0.22	0.0000	0.15	0.0111
25-05-88	L-10	1.0	8.15	0.0	670	29.1	30.0	0.09	1520	76.00	320	25.00	321	4.41	2491	51.70	4102	115.65	210	3.29	0.41	0.0001	0.00	0.0000
25-05-88	L-11	2.0	8.15	0.0	590	24.7	7.7	0.13	1220	61.00	450	40.00	315	5.92	1832	34.00	2991	71.04	750	12.25	0.07	0.0001	0.15	0.0105
25-05-88	L-12	2.5	8.15	0.0	449	19.1	7.0	0.15	529	26.00	150	15.53	354	5.97	2247	46.81	254	8.00	8	0.13	0.69	0.0009	0.21	0.0117
25-05-88	L-13	3.0	8.15	0.0	189	7.8	0.0	0.00	259	12.50	70	7.50	451	7.39	601	12.52	195	5.49	182	1.32	0.00	0.0000	0.25	0.0137
25-05-88	L-14	3.5	8.15	0.0	208	9.0	0.0	0.00	340	17.00	150	12.50	354	5.97	1741	36.27	199	5.61	34	0.55	0.00	0.0000	0.20	0.0111
25-05-88	F-2	5.0	8.10	0.0	152	8.3	11.0	0.29	310	15.50	120	10.00	452	7.72	981	20.44	163	4.59	10	0.15	1.40	0.0004	0.20	0.0111
2																								

Fecna	Den.	Prf.	Cond.	pH	Li	Na	Na	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	HCO3	HCO3	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NO2	NO4	444
	(g)	(g/cm <sup>3</sup> )	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
26.07.88	L-9	0.9																								
26.07.88	L-10	1.5	8900	8.00	1.5	970	42.2	0.3	0.01	550	27.50	350	29.17	317	5.20	2960	61.67	800	22.54	680	10.97	0.02	0.0004	0.33	0.0183	
26.07.88	L-11	2.0	4370	8.10	0.9	540	23.5	0.8	0.02	470	23.50	200	16.67	268	4.39	2260	47.69	320	9.01	150	2.42	0.00	0.0000	0.20	0.0111	
26.07.88	L-12	2.5	3050	8.00																						
26.07.88	L-13	3.0	2150	7.90	0.6	200	8.7	0.3	0.01	185	9.25	85	7.08	325	5.33	620	12.92	199	5.61	100	1.61	0.00	0.0000	0.03	0.0017	
26.07.88	L-14	3.5	3250	7.80	1.1	230	10.0	0.3	0.01	500	25.00	140	11.67	309	5.07	1724	35.92	199	5.61	43	0.69	0.00	0.0000	0.22	0.0122	
26.07.88	P-2'	5.0	2730	7.50	1.2	224	9.7	1.1	0.03	320	16.00	120	10.00	458	3.00	1123	23.50	147	4.14	33	0.53	0.31	0.0067	0.32	0.0178	
26.07.88	P-2	8.0	2300	7.50	1.2	186	8.1	1.3	0.03	265	13.25	100	8.33	529	3.67	809	16.85	154	4.34	15	0.24	0.03	0.0007	0.03	0.0017	
27.07.88	L-15	0.3																								
27.07.88	L-16	0.9																								
27.07.88	L-18	2.0	1550	7.60	0.5	112	4.9	0.0	0.00	144	7.20	64	5.33	342	5.61	347	7.23	110	3.10	110	1.77	0.00	0.0000	0.00	0.0000	
27.07.88	L-19	2.5	1035	7.60	0.3	80	3.5	0.0	0.00	90	4.50	40	3.33	407	6.67	92	1.92	71	2.00	36	0.58	0.00	0.0000	0.21	0.0117	
27.07.88	L-20	3.0	1600	8.00																						
27.07.88	L-21	3.5	1735	8.00	0.7	110	4.9	0.0	0.00	125	6.25	30	6.67	236	3.37	409	8.52	160	4.51	70	1.13	0.09	0.0020	0.08	0.0044	
27.07.88	P-3'	6.5	2370	7.40	1.6	164	7.1	1.0	0.03	205	15.25	105	8.75	332	6.26	1040	21.67	131	3.69	37	0.60	0.34	0.0117	0.09	0.0050	
27.07.88	P-3	8.2	2690	7.30	2.0	233	10.3	1.1	0.03	330	16.50	150	10.93	374	6.13	1295	27.00	204	5.75	7	0.11	0.34	0.0074	1.30	0.0722	
22.08.88	L-1	0.3																								
22.08.88	L-2	0.9																								
22.08.88	L-3	1.5																								
22.08.88	L-4	2.0																								
22.08.88	L-5	2.5																								
22.08.88	L-6	3.0																								
22.08.88	L-7	3.5	2440	7.50	1.1	198	8.6	1.0	0.03	270	13.50	105	8.75	492	2.07	616	17.00	149	4.20	160	2.56	0.01	0.0002	0.42	0.0222	
22.08.88	P-1	5.5	2480	7.40	1.3	196	8.5	1.4	0.03	260	14.00	110	9.17	561	2.20	683	18.40	158	4.45	52	0.84	0.13	0.0025	0.31	0.0172	
22.08.88	P-1	8.1	17910	7.10	6.4	5100	221.7	3.6	0.09	265	14.25	400	33.33	232	3.36	12077	251.60	547	15.41	38	0.61	0.48	0.0104	0.11	0.0061	
22.08.88	P010		2750	7.40	1.4	220	9.6	1.2	0.03	375	18.75	125	10.42	534	2.74	1099	22.60	174	4.90	38	0.61	0.00	0.0000	0.53	0.0284	
22.08.88	L-8	0.3																								
22.08.88	L-9	0.9																								
22.08.88	L-10	1.5																								
22.08.88	L-11	2.0																								
22.08.88	L-12	2.5																								
22.08.88	L-13	3.0																								
22.08.88	L-14	3.5																								
22.08.88	P-2	8.0	2660	7.40	1.2	208	9.0	1.4	0.03	310	15.50	120	10.00	521	2.54	979	20.40	188	5.70	69	1.11	2.28	0.0496	0.03	0.0017	
22.08.88	P-2	8.0	2700	7.40	1.2	188	8.2	1.0	0.03	260	13.00	100	8.33	541	3.87	790	16.46	156	4.78	28	0.45	1.26	0.0274	0.09	0.0050	
22.08.88	L-15	0.3																								
22.08.88	L-16	0.9	2250	7.70	0.6	146	6.3	0.1	0.00	380	19.00	70	5.83	334	5.48	727	15.15	318	2.76	80	1.29	0.04	0.0009	0.39	0.0227	
22.08.88	L-17	2.0																								
22.08.88	L-20	3.0																								
22.08.88	L-21	3.5																								
23.08.88	P-3'	6.5	2240	7.40	1.6	168	7.0	1.1	0.03	310	15.50	110	9.17	423	6.93	999	20.61	135	3.50	59	0.95	0.02	0.0004	0.02	0.0011	
23.08.88	P-3	8.2	2710	7.70	1.9	223	9.9	1.1	0.03	370	18.50	120	10.00	366	6.00	1298	27.04	170	4.75	5	0.38	0.27	0.0050	0.62	0.0344	
20.09.88	L-1	0.3																								
20.09.88	L-2	0.9																								
20.09.88	L-3	1.5																								
20.09.88	L-4	2.0																								
20.09.88	L-5	2.5																								
20.09.88	L-6	3.0																								
20.09.88	L-7	3.5																								
20.09.88	P-1'	5.5	2440	7.40	4.8	212	9.2	13.4	0.34	290	14.00	120	10.00	572	2.39	917	19.10	159	4.48	31	0.50	0.58	0.0126	1.10	0.0611	
20.09.88	P-1	8.1	17380	7.70	23.0	5600	243.5	34.4	0.86	290	14.50	440	36.67	232	3.30	13280	275.00	593	16.70	22	0.33	0.22	0.0648	1.00	0.0556	



Fecha	Gen.	Prf.Cond.	pH	Li	Na	Na	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	HCO3	HCO3	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4	
(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	
(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	
20.09.88	P020	2670	7.30	5.8	235	10.3	12.2	0.31	340	17.00	130	10.83	590	9.67	1122	23.38	167	4.70	26	0.42	0.00	0.0000	0.20	0.0111	
20.09.88	L-8	0.3																							
20.09.88	L-9	0.9																							
20.09.88	L-10	1.5																							
20.09.88	L-11	2.0																							
20.09.88	L-12	2.5																							
20.09.88	L-13	3.0																							
20.09.88	L-14	3.5																							
20.09.88	P-2'	5.0	2560	7.50	4.4	224	9.7	13.6	0.34	300	15.00	130	10.83	524	8.59	992	20.57	192	5.41	60	0.97	0.14	0.0039	0.18	0.0100
20.09.88	P-2	5.0	2240	7.50	4.2	206	9.7	13.4	0.34	280	15.00	105	6.75	565	9.26	831	17.31	153	4.31	20	0.32	0.05	0.0011	0.07	0.0029
20.09.88	L-15	0.3																							
20.09.88	L-16	0.9																							
20.09.88	L-18	2.0	1570	7.50	2.4	130	5.7	2.7	0.07	188	8.40	72	6.00	480	7.87	344	7.17	107	3.01	110	1.77	4.00	0.0070	0.11	0.0051
20.09.88	L-19	2.5	1151	7.70	2.1	104	4.5	2.1	0.05	106	5.30	44	7.67	504	8.26	187	3.90	67	1.89	11	0.18	0.11	0.0024	0.17	0.0034
20.09.88	L-20	3.0	1550	8.10																					
20.09.88	L-21	3.5	1776	8.00	3.1	122	5.3	2.2	0.06	150	7.50	90	7.50	440	7.21	416	6.57	158	4.45	50	0.97	0.15	0.0033	0.07	0.0027
20.09.88	P-3'	5.5	2930	7.50	6.2	288	9.0	12.6	0.32	380	19.50	140	11.67	564	9.25	1251	28.27	149	4.20	53	0.85	0.14	0.0030	0.10	0.0019
20.09.88	P-3	5.2	2470	7.70	6.4	282	11.0	10.0	0.25	310	15.50	170	10.83	370	8.07	1235	26.98	167	4.70	5	0.93	0.21	0.0046	1.00	0.0011
24.10.88	L0014	52	7.30	0.0	0	0.0	3.6	0.09	11	0.55	1	0.08	20	0.49	5	0.17	2	0.06	2	0.03	0.10	0.0022	0.79	0.0029	
24.10.88	L-1	0.3																							
24.10.88	L-2	0.9																							
24.10.88	L-3	1.5	9550	7.20	8.0	830	27.0	31.0	0.08	1460	30.00	600	50.00	341	5.59	1943	40.48	2360	15.47	280	4.52	0.03	0.0007	0.04	0.0011
24.10.88	L-4	2.0	9170	7.10	9.0	740	32.0	3.7	0.19	1160	58.00	460	38.33	350	5.74	1706	35.58	2754	77.86	800	12.90	0.22	0.0045	0.04	0.0011
24.10.88	L-5	2.5	8720	7.10	11.0	1120	49.7	2.1	0.05	730	26.50	300	41.67	877	7.46	2780	57.30	1762	56.11	400	1.45	0.05	0.0011	0.04	0.0011
24.10.88	L-6	3.0	7970	7.10	4.8	320	14.3	8.8	0.21	520	26.00	170	14.17	512	8.39	1451	30.23	362	10.20	280	4.52	0.11	0.0024	0.05	0.0012
24.10.88	L-7	3.5	2440	7.20	4.0	208	5.0	14.4	0.36	270	13.50	120	10.00	537	3.80	835	17.40	172	4.55	120	1.94	0.17	0.0037	0.03	0.0017
25.10.88	P-4'	5.5	2070	7.70	4.8	200	9.7	14.0	0.35	270	12.50	110	7.17	590	8.20	565	18.08	164	4.62	58	0.94	0.15	0.0033	0.05	0.0012
25.10.88	P-4	5.1	1770	7.40	12.0	840	104.8	28.0	0.40	340	17.00	420	35.00	220	0.74	11604	262.58	844	13.14	58	0.94	0.13	0.0023	0.03	0.0017
25.10.88	P020	2670	7.10	5.8	215	9.4	12.0	0.33	280	17.50	140	11.67	565	7.59	1142	23.79	161	5.10	25	0.40	0.02	0.0004	0.09	0.0050	
24.10.88	L-8	0.3																							
24.10.88	L-9	0.9																							
24.10.88	L-10	1.5	5300	7.60	4.4	640	27.8	31.0	0.08	610	30.50	260	21.67	289	4.74	2562	53.50	524	14.76	580	9.35	0.19	0.0041	0.04	0.0011
24.10.88	L-11	2.0	3820	7.60	3.6	420	16.3	7.5	0.19	480	24.00	170	14.17	325	5.33	1500	39.58	301	5.43	190	3.06	0.03	0.0007	0.05	0.0011
24.10.88	L-12	2.5	2780	7.90	4.0	280	11.3	5.1	0.13	350	17.50	100	10.83	337	5.52	1085	22.60	332	9.35	210	3.39	0.19	0.0041	0.11	0.0011
24.10.88	L-13	3.0	2030	7.50	2.4	176	8.8	3.7	0.10	224	11.20	84	7.00	407	6.57	876	12.90	295	5.80	130	2.10	0.03	0.0007	0.05	0.0011
24.10.88	L-14	3.5	3290	7.20	4.0	212	7.2	4.8	0.11	310	25.50	150	12.50	451	7.07	1576	32.83	212	5.97	68	1.10	0.03	0.0007	0.07	0.0017
25.10.88	P-2	5.0	2430	7.50	4.8	216	9.4	14.4	0.36	300	15.00	120	10.00	545	8.93	915	15.06	282	5.69	57	0.92	0.26	0.0057	0.03	0.0017
25.10.88	P-2	5.0	2230	7.30	4.6	204	8.9	14.0	0.35	250	12.50	100	8.33	524	5.87	778	16.21	168	4.70	27	0.44	0.29	0.0063	0.05	0.0015
24.10.88	L-15	0.3																							
24.10.88	L-16	0.9																							
24.10.88	L-18	2.0	2060	7.20	3.0	164	8.0	1.0	0.03	212	10.60	92	7.67	463	7.59	570	11.68	191	5.38	77	1.24	0.05	0.0011	0.08	0.0044
24.10.88	L-19	2.5	1455	7.70	2.7	120	5.7	1.0	0.03	128	6.25	54	4.50	561	7.29	267	5.56	81	1.72	1	0.02	0.02	0.0004	0.09	0.0050
24.10.88	L-20	3.0	1627	8.10																					
24.10.88	L-21	3.5																							
24.10.88	P-3'	5.5	2710	7.10	6.4	204	8.9	11.0	0.28	360	18.00	140	11.67	463	7.59	1219	25.40	164	4.62	61	0.98	0.15	0.0033	0.10	0.0055
24.10.88	P-3	5.2	2660	7.30	5.8	240	10.4	12.3	0.31	340	17.00	130	10.83	371	8.98	1293	26.54	179	5.04	16	0.26	0.02	0.0025	1.00	0.0055
16.11.88	L00716	44	8.05	0.00	0	0.0	0.1	0.01	0	0.30	0	0.00	12	0.20	1	0.02	2	0.06	2	0.03	0.21	0.0046	0.03	0.0017	
16.11.88	L-1	0.3	2080	8.10																					
16.11.88	L-2	0.9																							
16.11.88	L-3	1.5	10300	7.76	1.7	600	26.1	2.7	0.07	1100	55.00	600	50.00	320	5.41	1984	39.25	3176	99.46	57	0.92	0.34	0.0074	0.00	0.0000
16.11.88	L-4	2.0	10150	7.64	2.1	660	28.7	5.7	0.14	1150	58.00	460	38.33	330	5.41	1984	41.33	2750	77.46	213	3.44	0.21	0.0046	0.00	0.0000
16.11.88	L-5	2.5	9710	7.34	2.9	1070	47.4	1.5	0.04	670	32.50	500	41.67	537	3.30	2765	57.67	2020	55.90	16	0.26	0.04	0.0007	0.00	0.0000

Fecna	Ben	Pri	Cond.	pH	Li	Na	Ha	K	Ca	Mg	HCO3	SO4	Cl	NO3	NO2	NH4	%f									
(ug)	(ug/cm)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)									
15.11.68	L-6	3.0	4000	7.25	1.2	504	13.2	7.7	0.19	435	21.50	150	13.33	504	8.25	1361	28.77	340	9.58	195	3.15	0.17	0.0037	0.02	0.5541	
15.11.68	L-7	3.5	2550	7.43	1.1	194	8.4	12.0	0.20	255	12.75	115	9.58	525	8.61	808	16.83	163	4.59	112	1.81	0.14	0.0030	0.13	0.6572	
15.11.68	P-1	5.5	2550	7.54	1.3	168	8.2	13.0	0.33	250	13.00	110	9.17	549	9.00	960	17.92	163	4.59	12	0.19	0.94	0.0204	1.10	0.5511	
15.11.68	P-1	8.1	1920	7.91	6.4	575	232.6	46.0	1.80	232	11.80	400	33.33	284	4.33	1233	232.15	525	17.51	2	0.03	0.17	0.0037	0.00	0.6550	
15.11.68	P30		2900	7.27	1.4	215	9.4	12.0	0.30	310	15.50	130	10.83	587	9.52	1050	21.86	176	4.96	11	0.18	1.52	0.0330	0.01	0.6550	
15.11.68	L-3	6.3	4250	8.25																						
15.11.68	L-5	0.3																								
15.11.68	L-10	1.5	5370	8.02	0.9	570	25.7	2.3	0.07	570	29.50	220	19.33	258	4.20	2480	51.67	436	12.23	415	5.69	0.43	0.0093	0.00	0.6550	
15.11.68	L-11	2.0	4050	7.97	0.7	350	18.5	8.1	0.15	440	22.00	156	13.33	239	4.74	1689	38.94	271	7.53	140	2.25	0.20	0.0043	0.00	0.6550	
15.11.68	L-12	2.5	3240	8.34																						
15.11.68	L-13	1.0	2270	7.37	0.5	138	8.2	3.6	0.05	236	10.30	76	5.33	347	5.87	585	12.40	204	5.75	113	1.82	0.14	0.0030	0.00	0.6550	
15.11.68	L-14	3.5	3570	7.58	1.1	229	7.6	4.0	0.10	330	23.00	150	12.50	409	6.70	1688	34.75	228	6.42	15	0.24	0.33	0.0072	0.04	0.6552	
15.11.68	P-2	5.0	2350	7.25	1.2	294	5.9	14.0	0.35	370	9.17	587	3.52	664	18.42	191	5.78	12	0.15	0.79	0.0172	0.03	0.6544			
15.11.68	P-2	3.0	2470	7.47	1.1	192	8.3	13.0	0.33	255	12.75	100	8.33	570	9.34	783	16.31	168	4.96	12	0.19	0.57	0.0224	0.00	0.6550	
15.11.68	L-15	0.5	1240	8.25																						
15.11.68	L-16	0.3																								
15.11.68	L-18	2.0	1950	7.95	0.6	183	7.8	8.2	0.04	148	7.40	34	7.00	397	6.51	512	10.67	163	4.59	75	1.21	0.19	0.0041	0.00	0.6550	
15.11.68	L-19	2.5	1120	7.20	0.4	116	5.1	0.5	0.01	55	4.40	44	3.67	471	7.72	184	3.83	49	1.36	14	0.23	0.20	0.0045	0.05	0.6552	
15.11.68	L-20	2.0	1730	8.20																						
15.11.68	L-21	3.5	2970	8.42																						
15.11.68	P-3	5.5	3040	7.82	1.8	282	8.8	11.0	0.23	320	15.00	140	11.67	479	7.85	1184	24.67	172	4.85	41	0.66	0.29	0.0063	0.18	0.6550	
15.11.68	P-3	3.0	2950	7.72	1.6	246	10.4	11.0	0.23	320	14.50	130	13.33	412	5.77	1019	25.23	176	4.96	9	0.15	0.50	0.0174	1.10	0.6541	
19.12.68	L10014		56	8.67	0.0	0	0.0	0.0	0.02	0	0.00	0	0.10	0	0.10	0	0.10	0	0.10	2	0.03	0.14	0.0030	0.09	0.6550	
20.12.68	L-1	0.5	2780	8.18																						
20.12.68	L-2	0.5																								
20.12.68	L-3	1.5	3040	7.74	1.6	540	23.8	2.2	0.07	133	54.00	900	50.00	347	5.22	1732	35.46	292	34.23	20	0.32	0.04	0.0009	0.30	0.6557	
20.12.68	L-4	2.0	10150	7.53																						
20.12.68	L-5	2.5	7380	7.54	2.0	950	41.3	1.4	0.03	580	34.00	300	30.00	499	5.18	1632	39.00	2730	34.50	195	3.11	0.15	0.0033	0.29	0.6551	
20.12.68	L-6	3.0	7580	7.55	1.2	233	15.5	8.4	0.21	420	21.00	150	17.33	482	7.57	1233	35.73	339	3.55	140	2.42	0.05	0.0011	0.51	0.6572	
20.12.68	L-7	3.5	3570	7.85	1.1	190	8.0	14.0	0.35	245	12.25	130	9.33	458	7.51	735	15.73	168	4.73	45	0.73	0.05	0.0011	0.26	0.6544	
20.12.68	P-1	5.5	3070	7.89	1.4	228	10.3	14.0	0.35	255	12.50	130	10.00	478	7.54	919	19.35	178	5.01	7	0.11	0.38	0.0013	0.25	0.6544	
19.12.68	P-1	3.1	1750	8.05	0.8	1550	241.3	38.0	0.30	242	12.40	425	35.00	229	3.75	12784	255.71	640	28.33	2	0.03	0.08	0.0017	0.32	0.6552	
19.12.68	P30		2370	7.63	1.6	212	5.2	12.0	0.20	320	16.00	130	19.83	581	9.20	1048	21.83	158	4.73	3	0.05	0.36	0.0013	0.20	0.6551	
19.12.68	L-1	0.5	3520	8.14																						
19.12.68	L-1	0.5																								
19.12.68	L-10	1.5	5240	7.25	0.9	450	21.3	2.0	0.05	570	28.50	210	17.50	246	4.03	2245	46.17	408	11.49	290	4.68	0.07	0.0015	0.31	0.6572	
19.12.68	L-11	2.0	3580	7.53	0.7	352	18.3	3.3	0.14	430	22.50	150	13.33	278	4.56	1634	34.64	266	7.49	155	2.50	0.06	0.0015	0.34	0.6572	
19.12.68	L-15	3.5																								
19.12.68	L-16	3.0	2270	7.55	0.5	134	8.0	7.4	0.03	170	9.30	60	5.67	319	5.23	583	12.15	204	5.75	123	1.98	0.05	0.0011	0.30	0.6527	
19.12.68	L-17	0.5	2570	7.72	1.1	219	8.4	4.0	0.11	510	25.50	140	11.67	552	5.77	1699	35.40	208	5.56	14	0.23	0.05	0.0011	0.40	0.6527	
19.12.68	P-2	5.0	2630	7.81	1.3	212	8.8	15.0	0.28	255	13.25	110	3.17	513	8.44	332	17.33	123	3.15	4	0.06	0.07	0.0015	0.25	0.6527	
19.12.68	P-2	3.0	2440	7.39	1.2	175	5.3	14.0	0.35	255	12.75	95	7.92	495	3.11	779	16.23	170	4.73	4	0.06	0.09	0.0020	0.28	0.6545	
19.12.68	L-15	0.3	1183	7.34																						
19.12.68	L-15	0.9	3090	8.07																						
19.12.68	L-15	2.0	1982	7.58	0.5	129	5.8	0.1	0.00	144	7.20	68	5.67	414	6.79	333	6.73	127	3.58	48	0.77	0.05	0.0011	0.30	0.6587	
19.12.68	L-19	2.5	1006	7.50	0.3	80	3.5	0.4	0.01	30	4.00	42	3.50	434	7.11	169	2.69	49	1.38	12	0.21	0.07	0.0015	0.32	0.6573	
19.12.68	L-20	3.0	1700	7.94																						
19.12.68	L-21	3.5	2580	7.93																						
19.12.68	P-3	5.5	3060	7.34	1.8	212	9.2	11.7	0.29	240	17.00	130	10.83	475	7.79	1193	24.65	175	4.96	17	0.27	0.54	0.0117	0.58	0.6573	
19.12.68	P-3	3.2	2050	7.89	2.0	252	11.0	11.4	0.29	300	15.00	120	10.83	385	6.31	1276	26.58	185	5.21	4	0.06	0.79	0.0172	1.80	0.6580	
26.01.89	P-01		2457	7.70	191	8.3	12.0	0.30	286	14.40	136	11.33	581	20.31	157	4.42	21	9.34	0.0000							
26.01.89	P-01		23315	8.20	5532	240.5	28.6	0.70	382	19.10	456	33.83	258	4.23	12850	287.71	750	21.13	23	0.38						



Fecha	Dep.	Prf.Cond.	pH	Li	Na	Na	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	HCO3	HCO3	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4
		(ar (US/Can)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
05.04.87	L-11	4300	7.90	334	14.5	5.0	0.13	340	17.00	160	15.00	288	4.72	1525	31.75	282	7.10	174	2.81	0.09	0.0020	0.20	0.0411	
05.04.87	L-11	3245	8.20	308	13.4	4.7	0.12	309	15.00	144	12.00	237	4.70	1152	24.00	313	8.82	207	3.34	0.29	0.0043	0.10	0.0955	
05.04.87	L-13	2450	7.90	209	9.1	2.7	0.07	200	10.00	84	7.00	327	5.36	815	12.81	187	3.27	137	2.21	0.11	0.0024	0.06	0.0033	
05.04.87	L-14	3723	7.60	325	9.8	4.7	0.12	460	20.00	215	18.00	355	5.32	1575	34.00	199	5.58	56	0.90	0.20	0.0065	0.15	0.0659	
05.04.87	F-02	3666	7.50	297	9.0	14.4	0.35	240	12.00	159	10.00	444	7.35	922	19.20	175	4.93	17	0.28	0.06	0.0015	0.21	0.0417	
05.04.87	F-02	2555	8.20	195	8.5	14.0	0.35	240	12.00	120	10.00	482	7.90	830	17.20	178	5.00	11	0.18	0.07	0.0015	0.25	0.0133	
05.04.87	L-15	1150	8.10	92	4.0	10.6	0.25	120	6.00	48	4.00	259	4.35	221	4.80	127	3.58	142	2.29	0.25	0.0054	0.40	0.0222	
05.04.87	L-17	1244	7.90	124	5.8	1.2	0.03	100	5.00	42	3.00	342	5.81	281	5.95	77	2.17	37	0.59	0.06	0.0015	0.09	0.0050	
05.04.87	L-18	1500	7.50	125	5.5	1.1	0.03	140	7.00	50	5.00	351	5.33	340	6.46	113	3.18	93	1.50	0.05	0.0011	0.20	0.0411	
05.04.87	L-19	495	7.70	85	3.7	1.5	0.04	100	5.00	36	3.00	377	6.18	153	3.19	58	1.58	19	0.29	0.21	0.0046	0.10	0.0056	
05.04.87	L-20	1575	8.00	131	5.7	1.9	0.05	140	7.00	46	4.00	375	4.51	290	6.04	213	6.00	48	0.78	0.06	0.0013	0.21	0.0417	
05.04.87	L-21	2275	8.10	155	6.5	2.3	0.06	240	12.00	75	6.00	259	4.90	374	8.21	441	12.42	40	0.64	0.05	0.0011	0.20	0.0411	
05.04.87	F-07	3550	8.00	200	10.0	14.0	0.35	240	12.00	120	10.00	427	7.15	1215	26.21	170	4.79	49	0.79	0.45	0.0098	0.30	0.0222	
05.04.87	F-03	3220	7.50	153	11.0	11.7	0.28	360	18.00	124	11.20	330	6.39	1029	25.50	155	5.24	12	0.20	0.05	0.0015	1.10	0.0411	
27.04.87	L10714	21	7.20	217	7.7	0.07	8	0.40	4	0.30	20	0.33	14	0.29	12	0.34	2	0.83	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	
27.04.87	L-03	3210	7.50	198	8.5	5.5	0.16	310	15.00	95	8.00	415	6.85	735	15.51	175	5.01	385	6.21	0.65	0.0011	0.08	0.0344	
27.04.87	L-02	8120	8.00	550	25.0	1.5	0.05	1004	50.20	574	47.80	742	5.11	1638	35.32	2593	75.00	149	4.36	0.45	0.0075	0.08	0.0222	
27.04.87	L-04	5510	8.10	675	30.0	5.5	0.15	544	47.20	526	44.00	730	5.90	1534	33.21	3557	71.92	275	4.77	0.80	0.0174	0.51	0.0222	
27.04.87	L-05	6950	8.10	702	40.5	5.5	0.14	502	33.10	517	42.20	485	8.11	2291	49.81	1900	32.52	292	4.71	0.65	0.0011	0.14	0.0222	
27.04.87	L-06	4220	8.20	257	12.5	10.5	0.25	528	21.50	175	14.80	452	7.41	1232	26.21	447	12.60	239	3.51	0.10	0.0022	0.20	0.0411	
27.04.87	L-07	5120	8.00	242	11.4	3.2	0.21	244	12.20	125	10.40	432	7.08	754	30.71	309	10.70	44	0.71	0.08	0.0017	0.23	0.0411	
27.04.87	F-02	3020	7.90	317	9.4	3.3	0.10	352	12.80	135	10.40	454	7.44	327	18.60	190	5.61	15	0.25	0.05	0.0011	0.17	0.0344	
27.04.87	F-01	3020	8.20	524	23.0	23.5	0.71	400	20.00	490	40.80	337	4.70	1276	28.21	541	17.49	19	0.31	0.09	0.0020	0.15	0.0344	
27.04.87	L-03	2950	8.00	319	5.5	13.0	0.35	204	10.20	120	10.00	427	7.00	373	7.50	277	7.60	400	5.45	0.60	0.0020	0.32	0.0411	
27.04.87	L-05	3010	8.20	414	18.0	2.0	0.06	506	25.20	212	17.67	247	3.93	1553	41.00	348	12.60	330	6.29	0.63	0.0051	0.20	0.0411	
27.04.87	L-06	5245	8.20	345	15.0	3.5	0.16	340	17.00	163	15.40	218	4.50	1550	32.72	235	7.49	174	3.81	0.25	0.0054	0.12	0.0344	
27.04.87	L-11	4850	8.00	310	13.6	4.2	0.16	302	15.40	152	12.67	211	5.11	1161	24.60	307	8.70	153	2.11	0.21	0.0044	0.15	0.0344	
27.04.87	L-12	2425	8.20	214	9.5	3.3	0.10	312	10.60	95	7.42	224	5.21	945	15.50	325	5.59	146	2.25	0.17	0.0027	0.10	0.0344	
27.04.87	L-14	3590	7.70	220	10.0	5.5	0.14	330	16.00	216	15.00	355	6.93	1642	34.21	207	3.63	58	0.33	0.20	0.0043	0.30	0.0222	
27.04.87	F-02	3220	7.90	308	9.7	15.2	0.58	246	13.40	120	10.00	425	7.15	1019	21.51	195	5.01	21	0.34	0.05	0.0011	0.15	0.0344	
27.04.87	F-02	2955	7.80	321	9.6	11.7	0.29	240	12.00	120	10.00	426	8.13	540	17.50	189	5.30	12	0.19	0.09	0.0020	0.16	0.0344	
28.04.87	L-15	2500	8.10	250	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28.04.87	L-17	1250	7.50	84	4.1	1.1	0.03	120	6.00	48	4.00	355	5.00	240	5.00	190	2.82	37	0.59	0.03	0.0037	0.15	0.0344	
28.04.87	L-18	1450	7.70	115	5.0	1.2	0.03	150	8.00	60	5.00	372	5.10	325	7.00	105	2.90	58	1.42	0.02	0.0004	0.06	0.0344	
28.04.87	L-19	1000	8.00	50	3.9	1.2	0.03	100	5.00	35	3.00	321	5.43	154	3.21	50	1.41	15	0.25	0.20	0.0043	0.10	0.0344	
28.04.87	L-20	1690	8.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28.04.87	L-21	2450	8.00	220	10.0	10.0	0.40	340	17.00	132	14.00	437	7.20	1215	26.21	174	4.90	51	0.82	0.35	0.0070	1.00	0.0344	
28.04.87	F-07	3210	8.20	253	11.0	12.1	0.26	300	15.00	144	12.00	415	6.60	1275	25.51	186	5.24	15	0.24	0.02	0.0004	0.31	0.0344	
28.04.87	F-02	3450	7.50	300	8	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28.04.87	L10714	32	8.70	3	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28.05.87	L10714	55	7.00	3	3.1	0.08	12	0.50	2	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20
28.05.87	L10714	65	7.00	3	1.7	0.05	19	0.50	2	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20
28.05.87	L10714	85	7.00	3	0.0	0.02	8	0.40	2	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20	18	0.20
05.05.87	R1550 E-1	1050	7.70	89	4.3	4.4	0.11	100	5.00	48	4.00	251	4.11	297	4.21	146	4.11	33	0.53	0.05	0.0011	0.10	0.0344	
05.05.87	R1550 E-2	1065	7.50	102	4.4	6.2	0.15	100	5.00	48	4.00	244	4.00	240	5.00	143	4.03	21	0.34	0.09	0.0020	0.10	0.0344	
29.05.87	L-01	1507	7.80	120	5.2	3.5	0.09	160	8.00	50	5.00	452	7.41	303	6.21	164	4.62	43	0.70	0.12	0.0043	0.05	0.0344	
30.05.87	L-02	16220	8.20	1794	78.0	12.5	0.30	1240	62.00	675	52.00	495	6.64	2300	58.33	4541	127.92	314	5.05	0.22	0.0048	0.10	0.0056	
30.05.87	L-03	9935	8.30	552	24.0	0.3	0.02	1050	50.00	564	47.00	325	6.31	1839	38.31	2538	75.72	74	1.19	0.50	0.0109	0.30	0.0344	
31.05.87	L-04	8920	8.00	950	30.0	3.1	0.08	940	47.00	528	44.00	379	6.21	1853	38.30	2539	71.52	295	4.76	0.50	0.0109	0.30	0.0344	
31.05.87	L-05	8910	8.20	920	40.0	4.7	0.12	860	33.00	515	43.00	501	8.21	2290	47.71	2000	55.34	262	4.23	0.06	0.0013	0.03	0.0017	

Fecha	Sen.	Prt.	Cond.	pH	Li	Na	K	Ca	Ca	Mg	Mg	HC03	HC03	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4	
			(%)	(us/cm)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	(ug/l)	
31.05.89	L-04		4249	8.30	299	13.0	7.3	0.20	400	20.00	150	15.00	432	7.41	1200	23.00	458	12.90	208	3.35	0.09	0.0220	0.10	0.0755
31.05.89	L-07		3259	8.10	374	11.8	12.0	0.30	269	13.00	120	10.00	468	8.00	735	15.31	330	10.70	37	0.59	0.05	0.0011	0.20	0.0111
30.05.89	P-01		3059	8.00	297	9.0	12.5	0.31	240	12.00	152	11.00	432	7.41	930	18.33	198	5.98	58	0.94	0.10	0.0922	0.20	0.0211
30.05.89	P-01		30850	8.20	5257	205.0	32.4	0.81	400	20.00	452	41.00	265	4.30	13340	267.50	525	17.61	23	0.38	0.12	0.0035	0.15	0.0232
31.05.89	L-05		1758	8.20	33	3.6	15.0	0.38	200	10.00	72	6.00	532	7.21	197	4.10	145	4.08	146	2.33	0.17	0.0037	0.20	0.0111
31.05.89	L-03		7923	8.20										0.00	0.00	2000	55.34	374	6.03	0.20	0.0043	0.20	0.0111	
31.05.89	L-10		4823	8.20	351	17.0	2.3	0.06	500	25.00	204	17.00	365	6.31	1824	38.00	373	10.31	262	4.23	0.07	0.0015	0.15	0.0333
31.05.89	L-11		4374	8.00	343	15.0	4.0	0.10	340	17.00	182	15.00	427	7.00	1474	30.71	270	9.17	130	2.10	0.05	0.0011	0.10	0.0333
31.05.89	L-13		2461	8.20	203	8.3	2.6	0.05	200	10.00	55	8.00	452	7.41	575	12.00	178	5.01	102	1.65	0.06	0.0020	0.10	0.0333
31.05.89	L-14		2549	8.00	223	7.8	4.3	0.11	400	20.00	204	17.00	373	6.11	1680	35.00	375	5.52	55	0.90	0.10	0.0139	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		2023	8.00	179	8.5	13.7	0.34	240	12.00	152	11.00	470	7.70	929	19.30	177	4.99	10	0.15	0.04	0.0039	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		2576	8.00	161	6.3	15.0	0.38	240	12.00	153	10.00	452	7.43	345	17.60	178	5.01	18	0.29	0.17	0.0037	0.20	0.0111
31.05.89	L-17		1233	8.10	74	3.2	6.8	0.02	120	6.00	32	5.00	342	3.31	259	5.60	85	2.48	47	0.75	0.05	0.0011	0.10	0.0333
31.05.89	L-18		1743	8.10	133	5.7	6.8	0.02	140	7.00	72	6.00	421	3.50	360	7.50	107	3.01	96	1.59	0.09	0.0020	0.20	0.0111
31.05.89	L-18		758	8.00	73	3.4	1.5	0.04	160	5.00	75	3.00	440	7.21	115	2.42	54	1.82	26	0.41	0.20	0.0043	0.10	0.0333
31.05.89	L-20		1545	8.00										0.00	0.00	213	5.00	72	1.15	0.05	0.0017	0.15	0.0333	
31.05.89	L-21		2270	8.00										0.00	0.00	433	12.20	70	1.12	0.05	0.0013	0.15	0.0333	
30.05.89	P-03		2732	8.10	262	11.0	10.2	0.26	300	15.00	144	12.00	415	7.41	1034	25.71	173	5.01	50	0.81	0.20	0.0043	0.20	0.0333
30.05.89	P-03		3703	8.00	145	9.3	3.5	0.09	160	8.00	84	7.00	475	6.80	320	6.88	231	5.63	46	0.27	0.12	0.0025	0.20	0.0111
30.05.89	L-01		1405	8.20	125	7.5	10.3	0.23	1100	55.00	522	46.00	488	3.00	2100	50.00	4050	114.08	304	4.90	0.15	0.0041	0.10	0.0333
30.05.89	L-02		10227	8.20	695	33.0	9.3	0.02	1000	50.00	540	45.00	427	7.00	1477	41.50	2840	59.00	133	2.15	0.20	0.0043	0.05	0.0333
30.05.89	L-04		3143	8.10	753	33.0	3.7	0.07	840	48.00	540	45.00	297	9.31	1758	35.46	2800	73.67	301	4.85	0.50	0.0109	0.20	0.0111
30.05.89	L-05		3321	8.10	343	11.0	5.3	0.15	840	48.00	540	45.00	297	9.31	1758	35.46	2800	73.67	301	4.85	0.50	0.0109	0.20	0.0111
30.05.89	L-05		4037	8.10	293	13.0	7.3	0.20	460	29.00	254	17.00	545	2.33	1200	25.00	400	17.41	231	3.73	0.10	0.0022	0.05	0.0333
30.05.89	L-07		3223	8.20	295	12.3	11.3	0.29	260	14.00	122	11.00	488	8.00	379	18.21	377	17.82	86	1.06	0.04	0.0039	0.10	0.0333
30.05.89	P-01		2144	8.00	317	9.4	11.0	0.28	240	12.00	153	11.00	452	7.41	327	19.31	205	5.72	55	0.89	0.30	0.0043	0.20	0.0111
30.05.89	P-01		2144	8.00	317	9.4	11.0	0.28	240	12.00	153	11.00	452	7.41	327	19.31	205	5.72	55	0.89	0.30	0.0043	0.20	0.0111
30.05.89	L-03		1353	8.00	33	5.3	12.4	0.30	220	11.00	73	8.00	582	3.70	240	5.00	212	3.97	104	1.58	0.22	0.0048	0.20	0.0111
30.05.89	L-05		6322	8.20	403	17.5	37.0	0.63	720	35.00	312	25.00	351	4.81	1335	40.31	1057	23.62	307	4.95	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	L-10		4873	8.10										0.00	0.00	444	11.81	257	4.15	0.10	0.0042	0.10	0.0333	
30.05.89	L-11		4473	8.10	417	18.1	3.2	0.10	360	18.00	153	14.00	470	7.70	1522	31.71	302	8.51	130	2.10	0.10	0.0042	0.10	0.0333
30.05.89	L-13		2515	8.20	167	8.1	4.3	0.06	200	10.00	102	9.00	470	7.70	905	12.80	205	3.77	100	1.81	0.09	0.0020	0.10	0.0333
30.05.89	L-14		2735	8.00	219	9.5	3.5	0.09	420	21.00	214	17.00	333	9.41	1342	34.21	210	5.82	55	0.58	0.60	0.0124	0.10	0.0333
30.05.89	P-02		2722	8.00	207	9.0	12.1	0.30	240	12.00	152	11.00	482	7.41	927	19.31	174	4.90	10	0.15	0.15	0.0033	0.10	0.0333
30.05.89	P-02		2722	8.00	207	9.0	12.1	0.30	240	12.00	152	11.00	482	7.41	927	19.31	174	4.90	10	0.15	0.15	0.0033	0.10	0.0333
30.05.89	L-17		1165	7.90	62	3.0	6.3	0.02	120	5.00	50	5.00	330	3.41	250	5.21	94	2.37	43	0.69	0.07	0.0015	0.10	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	1239	25.81	180	5.07	38	0.81	0.20	0.0043	0.15	0.0333
30.05.89	P-02		3740	8.10	320	10.0	11.0	0.23	240	17.00	144	12.00	445	7.31	12									

Fecha	Tem.	Pres.	Humid.	pH	Li	Na	K	Ca	Mg	Hg	HCO3	SO4	Cl	NO3	NO2	NO	NO4						
			(%)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)	(g/l)						
24.07.85	L-13	2655	3.20	223	9.7	3.2	0.08	200	10.00	120	10.00	482	7.90	610	12.71	206	5.80	181	2.92	0.11	0.0024	0.10	0.0056
24.07.85	L-14	4465	3.00	207	9.0	4.7	0.12	440	22.00	215	18.00	385	6.31	1866	34.71	212	6.90	151	2.44	0.11	0.0024	0.10	0.0056
24.07.85	P-02	3000	3.20	205	8.9	16.4	0.41	260	13.00	120	10.00	482	7.90	960	20.00	157	4.70	9	0.14	0.13	0.0022	0.09	0.0050
24.07.85	P-02	2784	7.30	209	8.7	14.4	0.36	240	12.00	120	10.00	482	7.90	900	18.75	194	5.46	21	0.34	0.15	0.0033	0.10	0.0056
23.06.85	P1E50	E-3	1100	3.60	101	4.1	8.0	0.22	120	6.00	46	4.00	245	4.03	254	15.5	4.39	12	0.20	0.20	0.0043	0.09	0.0050
12.07.85	P1E50	E-3	1115	7.70	161	4.4	9.4	0.22	120	6.00	48	4.00	245	4.03	254	15.5	4.39	12	0.15	0.20	0.0043	0.09	0.0050
25.07.85	L-15	1395	3.10	187	5.5	10.1	0.25	120	6.00	50	5.00	267	4.79	245	5.19	157	4.42	118	1.90	0.20	0.0043	0.10	0.0056
25.07.85	L-16	2295	3.00	176	8.5	6.2	0.16	220	11.00	56	6.00	351	5.41	566	12.21	331	3.32	34	0.55	0.10	0.0022	0.07	0.0037
25.07.85	L-17	1430	3.10	52	3.5	6.5	0.02	140	7.00	72	6.00	351	5.41	566	12.21	331	3.32	62	1.00	0.20	0.0043	0.10	0.0056
25.07.85	L-18	1570	3.10	159	5.9	6.5	0.02	160	8.00	72	6.00	421	6.90	399	8.31	103	2.90	169	2.75	0.10	0.0022	0.10	0.0056
25.07.85	L-21	925	3.00	159	5.9	6.5	0.02	160	8.00	72	6.00	421	6.90	399	8.31	103	2.90	169	2.75	0.10	0.0022	0.10	0.0056
25.07.85	L-21	1575	3.00	62	3.6	6.5	0.02	100	5.00	35	3.00	440	7.21	140	2.32	50	1.41	53	0.85	0.03	0.0007	0.10	0.0056
25.07.85	P-02	3401	3.20	229	10.0	12.5	0.32	300	15.00	144	12.00	445	7.20	1210	25.21	174	4.90	120	1.94	0.15	0.0033	0.08	0.0044
25.07.85	P-03	3442	7.30	253	11.2	11.7	0.29	280	14.00	132	11.00	478	7.34	1090	22.71	192	5.41	22	0.86	0.15	0.0033	0.10	0.0056
03.08.85	EL-014	95	3.70																				
02.08.85	P1E50	1075	3.20	231	3.5	6.0	0.20	100	5.00	48	4.00	269	4.41	170	3.54	184	4.67	20	0.32	0.10	0.0022	0.09	0.0050
05.08.85	L-01	1425	3.10	104	4.5	7.0	0.18	120	6.00	66	5.00	165	7.82	220	4.58	95	2.68	18	0.29	0.15	0.0033	0.10	0.0056
05.08.85	L-02	5355	7.40	342	41.0	7.0	0.18	540	27.00	273	23.00	507	3.21	2900	60.42	670	12.87	266	4.29	0.15	0.0033	0.10	0.0056
05.08.85	L-02	12459	7.50	1075	45.0	1.2	0.03	1100	55.00	575	48.00	545	8.30	3550	47.50	3029	35.81	425	6.85	0.15	0.0033	0.08	0.0044
05.08.85	L-04	9750	7.50	305	35.0	3.0	0.08	300	45.00	510	43.00	427	7.60	2319	48.31	2201	32.00	352	5.88	0.20	0.0043	0.08	0.0050
05.08.85	L-05	9500	7.20	1127	53.0	5.3	0.13	700	35.00	510	43.00	427	8.11	2722	58.72	2059	58.90	345	5.56	0.10	0.0022	0.10	0.0056
05.08.85	L-05	6725	7.10	739	33.0	12.0	0.30	740	37.00	348	29.00	322	3.57	2208	45.00	1310	36.30	509	8.21	0.15	0.0033	0.08	0.0044
05.08.85	L-05	5573	7.00	1339	33.0	13.0	0.33	650	34.00	350	29.00	322	3.57	2208	45.00	1310	36.30	509	8.21	0.15	0.0033	0.08	0.0044
05.08.85	L-05	2205	7.40	167	8.1	15.0	0.40	220	11.00	34	8.00	164	7.81	84	14.50	152	4.56	34	7.45	0.10	0.0022	0.08	0.0044
05.08.85	L-05	3200	7.00	1822	26.0	15.0	0.44	460	25.00	52	45.00	469	3.79	13440	330.00	2000	22.54	27	4.42	0.21	0.0043	0.10	0.0056
05.08.85	L-05	370	3.00	31	3.5	6.0	0.20	100	5.00	75	3.00	257	4.21	167	3.30	123	3.81	10	0.15	0.15	0.0033	0.10	0.0056
05.08.85	L-05	2393	3.10	221	5.6	37.5	0.84	220	11.00	198	9.00	423	3.00	425	9.42	340	9.58	290	4.68	0.15	0.0033	0.08	0.0044
05.08.85	L-05	6000	7.00	71	11.0	7.0	0.08	350	28.00	354	17.00	513	8.51	2802	54.21	550	16.62	420	6.77	0.20	0.0043	0.08	0.0044
05.08.85	L-05	5075	7.00	271	3.0	1.2	0.04	560	28.00	223	18.00	436	7.05	1773	28.60	441	12.42	340	8.71	0.03	0.0007	0.02	0.0023
05.08.85	L-05	3520	7.00	468	20.0	5.3	0.16	540	27.00	372	16.00	452	7.41	1590	32.72	551	15.62	448	7.23	0.10	0.0022	0.05	0.0023
05.08.85	L-04	3283	7.00	223	2.9	3.5	0.09	260	14.00	181	13.00	515	3.41	701	14.80	472	12.17	241	3.89	0.10	0.0022	0.05	0.0023
05.08.85	L-04	2850	7.20	295	10.0	18.0	0.45	300	15.00	144	13.00	372	5.10	520	15.17	243	5.85	359	5.31	0.12	0.0033	0.07	0.0050
05.08.85	L-04	3027	7.00	223	5.9	18.4	0.41	220	11.00	120	10.00	468	3.60	1200	25.00	205	3.72	55	0.68	0.10	0.0022	0.08	0.0044
05.08.85	L-04	1410	7.30	127	5.5	11.3	0.28	124	6.20	96	5.00	325	7.81	338	16.70	197	7.55	36	0.57	0.10	0.0022	0.08	0.0044
05.08.85	L-04	1724	7.20	115	5.6	5.3	0.09	160	5.00	60	5.00	325	4.60	284	5.92	177	4.90	57	0.92	0.10	0.0022	0.08	0.0044
05.08.85	L-04	1470	7.20	40	3.9	9.3	0.02	140	7.00	72	6.00	415	5.58	234	5.92	101	2.85	97	1.57	0.10	0.0022	0.07	0.0027
05.08.85	L-04	1665	7.30	123	5.4	1.2	0.03	160	8.00	72	6.00	472	7.74	378	7.59	58	3.72	65	1.05	0.07	0.0015	0.05	0.0023
05.08.85	L-04	1223	7.70	71	3.4	6.5	0.02	120	6.00	72	6.00	472	7.74	378	7.59	58	3.72	65	1.05	0.07	0.0015	0.05	0.0023
06.07.85	L-02	1875	7.30	145	3.2	1.5	0.04	160	8.00	64	7.00	326	5.81	428	6.92	139	6.92	179	2.81	0.10	0.0022	0.10	0.0056
06.07.85	L-01	1775	7.40	161	7.0	9.3	0.02	120	6.00	50	5.00	351	5.41	566	12.21	331	3.32	62	1.00	0.20	0.0043	0.10	0.0056
05.07.85	P-03	3450	7.20	210	9.1	12.0	0.30	260	14.00	144	12.00	365	6.31	1200	25.00	132	3.72	43	0.69	0.25	0.0054	0.10	0.0056
05.07.85	P-07	3250	7.30	223	9.7	12.0	0.30	260	13.00	122	11.00	379	6.21	1080	22.50	153	4.31	94	1.52	0.25	0.0054	0.10	0.0056
05.07.85	EL-014	93	7.00	4	9.2	1.9	0.05	8	0.40	4	0.30	22	0.36	10	0.20	12	0.35	6	0.10	0.00	0.0000	0.10	0.0050
07.07.85	P1E50	1158	7.70	74	3.2	6.6	0.16	120	6.00	60	5.00	272	4.46	242	5.04	160	4.51	40	0.65	0.15	0.0033	0.05	0.0023
18.07.85	P1E50	1138	7.50	67	2.9	6.8	0.16	120	6.00	60	5.00	260	4.26	244	5.08	149	4.26	43	0.70	0.15	0.0033	0.05	0.0023
04.10.85	L-01	1525	7.00	111	4.8	4.5	0.11	140	7.00	72	6.00	452	7.41	283	5.30	121	3.41	18	0.29	0.10	0.0022	0.03	0.0017
04.10.85	L-02	8340	7.10	581	39.5	8.8	0.22	580	28.00	252	21.00	507	3.31	2687	60.40	661	18.62	53	0.85	0.10	0.0022	0.05	0.0023
04.10.85	L-03	12480	7.30	1068	46.0	1.2	0.03	1120	56.00	575	48.00	555	9.10	2285	47.50	3107	87.82	314	5.06	0.15	0.0033	0.10	0.0056
04.10.85	L-04	9670	7.40	786	32.0	2.3	0.06	840	42.00	492	41.00	494	8.10	2397	54.10	1700	47.89	317	5.11	0.10	0.0022	0.05	0.0023
04.10.85	L-05	5970	7.40	1172	51.0	4.7	0.12	700	35.00	516	43.00	468	8.00	2736	57.00	2113	59.52	283	4.56	0.15	0.0033	0.05	0.0023



Fecha	Den.	Prof.	Cond.	pH	Li	Na	Na	K	K	Ca	Ca	Mg	Mg	HCO3	HCO3	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4
	(m)	(m)	(mS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
29.11.89	L-02		1575	7.40	81	3.5	12.9	0.32	160	8.00	72	5.00	553	9.15	240	5.00	87	2.45	74	1.20	0.10	0.0022	0.06	0.0023	
29.11.89	L-03		4980	7.70	230	10.0	0.8	0.62	460	23.00	240	20.00	533	8.74	1700	35.42	191	5.38	95	1.53	0.06	0.0013	0.04	0.0022	
29.11.89	L-04		8240	7.50	483	21.0	1.6	0.04	760	35.00	360	70.00	496	8.13	2280	47.50	856	24.11	448	7.23	0.10	0.0022	0.06	0.0023	
29.11.89	L-05		9385	7.60	1005	45.0	4.3	0.11	740	37.00	420	40.00	617	10.11	2247	46.31	2145	50.42	325	5.24	0.10	0.0022	0.05	0.0028	
29.11.89	L-06		2515	7.50	184	8.0	3.9	0.10	220	11.00	195	9.00	500	8.20	520	11.04	270	7.61	45	0.72	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
29.11.89	L-07		3720	7.20	207	9.0	5.5	0.14	260	18.00	150	13.00	525	8.51	979	20.40	309	8.70	107	1.73	0.07	0.0020	0.04	0.0022	
28.11.89	F-01		2185	7.40	138	6.0	17.5	0.44	240	12.00	90	6.00	521	8.54	490	10.21	207	5.83	107	1.73	1.90	0.0413	0.07	0.0029	
28.11.89	F-01		28875	7.60	5290	250.0	25.8	0.55	500	25.00	340	45.00	271	4.44	13000	270.83	870	24.51	36	0.58	2.07	0.0450	0.05	0.0028	
28.11.89	L-08		2375	7.50	173	6.0	25.4	0.64	210	10.00	195	9.00	472	7.74	562	11.71	157	4.42	93	1.50	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
28.11.89	L-08		3110	7.50	207	9.0	28.0	0.70	260	13.00	122	11.00	574	7.41	605	12.50	300	3.45	170	2.74	0.09	0.0020	0.05	0.0025	
28.11.89	L-09		3470	7.50	181	7.0	1.9	0.05	300	15.00	150	15.00	476	7.60	648	13.50	245	6.90	470	7.58	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
28.11.89	L-09		3025	7.50	181	7.0	6.2	0.15	280	14.00	144	12.00	440	7.21	639	13.31	196	5.52	484	7.31	0.10	0.0022	0.05	0.0017	
28.11.89	L-10		5185	7.60	480	20.0	1.2	0.03	400	20.00	150	15.00	411	8.74	740	15.42	930	25.76	405	5.53	0.11	0.0014	0.05	0.0028	
28.11.89	L-10		3500	7.70	220	10.0	6.9	0.22	230	14.50	144	12.00	493	6.81	504	10.50	481	12.99	416	6.71	0.03	0.0017	0.05	0.0023	
28.11.89	L-11		4565	7.50	460	20.0	3.1	0.08	200	15.00	150	14.00	437	7.16	700	14.58	771	21.72	302	4.87	0.17	0.0037	0.05	0.0023	
28.11.89	L-12		4710	7.50	745	15.0	5.4	0.14	260	18.00	192	16.00	399	6.54	844	13.42	900	25.35	414	6.68	0.13	0.0037	0.05	0.0028	
28.11.89	L-13		4925	7.50	575	25.0	3.1	0.08	300	15.00	144	12.00	432	7.08	594	18.31	630	18.31	334	6.19	0.08	0.0017	0.05	0.0017	
28.11.89	L-14		3150	7.40	200	10.0	2.7	0.07	260	13.00	122	11.00	500	8.20	500	10.42	450	12.68	219	3.53	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
28.11.89	F-02		4375	7.30	299	13.0	1.9	0.05	400	20.00	228	18.00	492	3.07	1253	25.10	405	11.41	293	4.73	0.10	0.0022	0.05	0.0017	
28.11.89	F-02		3020	7.50	265	8.7	15.8	0.37	260	13.00	144	12.00	527	3.67	926	19.50	209	5.89	43	0.70	0.13	0.0028	0.05	0.0029	
28.11.89	L-15		2050	7.50	108	6.0	5.8	0.15	200	10.00	84	7.00	323	5.30	440	5.17	270	7.61	40	0.65	0.04	0.0009	0.02	0.0011	
28.11.89	L-15		500	7.70	21	0.9	3.1	0.08	60	3.00	24	2.00	251	4.11	43	1.00	33	0.92	16	0.25	0.03	0.0007	0.02	0.0011	
28.11.89	L-17		505	7.50	42	1.8	0.8	0.02	100	5.00	48	4.00	400	6.68	92	1.92	86	1.66	45	0.72	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
28.11.89	L-18		1545	7.70	36	5.8	1.9	0.05	140	7.00	72	6.00	442	7.25	251	7.21	89	2.51	27	0.44	0.06	0.0013	0.03	0.0017	
28.11.89	L-19		1405	7.90	113	4.9	0.8	0.02	140	7.00	60	5.00	448	7.34	222	4.83	125	3.60	26	0.41	0.04	0.0009	0.02	0.0011	
28.11.89	L-20		1600	7.50	110	4.9	0.8	0.02	140	7.00	72	6.00	489	6.70	322	6.71	127	3.58	52	1.00	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
28.11.89	L-21		7.50																						
28.11.89	F-03		3750	7.40	200	10.1	11.7	0.23	220	18.00	150	15.00	408	6.67	1237	25.31	175	4.67	87	1.40	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
28.11.89	F-03		2740	7.70	157	6.6	10.1	0.29	280	14.00	122	11.00	335	6.31	339	13.71	230	5.63	56	0.70	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
29.12.89	L-01		1075	7.60	108	4.7	3.8	0.09	160	8.00	84	7.00	557	9.16	241	7.10	139	3.92	229	2.68	0.10	0.0022	0.05	0.0017	
29.12.89	L-02		1147	7.50	92	4.0	13.2	0.33	160	8.00	72	6.00	587	9.62	250	5.21	103	2.90	44	0.71	0.10	0.0022	0.05	0.0022	
29.12.89	L-03		5100	7.50	220	10.0	1.2	0.03	460	23.00	240	20.00	616	10.10	1752	36.50	213	6.00	60	0.96	0.05	0.0011	0.03	0.0017	
29.12.89	L-04		3465	7.30	505	21.9	1.2	0.03	720	36.00	372	34.00	495	8.11	1265	47.60	363	14.31	612	9.67	0.20	0.0043	0.07	0.0029	
29.12.89	L-05		10270	7.70	1853	46.0	4.7	0.12	760	38.00	432	41.00	592	9.72	2146	44.71	2251	53.41	491	7.92	0.20	0.0043	0.07	0.0029	
29.12.89	L-06		1620	7.90	200	6.8	7.8	0.09	220	11.00	108	9.00	495	8.11	562	11.71	274	7.32	40	0.65	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
29.12.89	L-07		3750	7.50	223	9.7	7.9	0.10	260	18.00	144	12.00	507	8.31	679	20.60	292	8.22	119	1.92	0.09	0.0020	0.03	0.0017	
29.12.89	F-01		1884	7.40	184	6.0	35.0	0.88	260	13.00	120	10.00	550	9.62	672	14.00	290	8.17	22	0.36	0.45	0.0009	0.05	0.0023	
29.12.89	F-01		29420	7.50	5405	235.0	23.0	0.83	520	26.00	582	46.00	295	4.84	13296	277.00	923	26.00	41	0.67	1.00	0.0217	0.05	0.0022	
29.12.89	L-08		2440	7.30	141	6.1	23.7	0.74	200	10.00	108	9.00	476	7.60	600	12.50	174	4.60	74	1.14	0.05	0.0011	0.02	0.0011	
29.12.89	L-08		3210	7.20	210	3.1	23.7	0.73	260	13.00	122	11.00	574	9.41	624	13.00	302	3.31	214	3.45	0.06	0.1737	0.04	0.0022	
29.12.89	L-09		2275	7.50	157	6.9	1.6	0.04	200	15.00	150	13.00	501	6.21	624	13.00	260	7.32	243	5.53	0.10	0.0022	0.05	0.0028	
29.12.89	L-09		3045	7.50	185	6.7	5.8	0.15	260	13.00	120	10.00	433	7.10	490	10.21	199	5.81	500	3.06	0.15	0.0033	0.05	0.0028	
29.12.89	L-10		4664	7.90	457	19.0	1.3	0.04	240	17.00	144	12.00	414	6.79	775	16.21	661	16.62	428	6.90	0.10	0.0022	0.05	0.0029	
29.12.89	L-10		3645	7.90	196	8.5	10.6	0.27	240	17.00	144	12.00	398	6.52	677	14.10	487	13.72	416	6.71	0.10	0.0022	0.05	0.0029	
29.12.89	L-11		4620	8.00	465	20.2	4.3	0.11	300	15.00	168	14.00	436	7.15	701	14.50	799	22.51	304	4.90	0.15	0.0033	0.06	0.0033	
29.12.89	L-12		4565	7.90	368	16.0	7.8	0.20	360	18.00	168	14.00	375	6.15	600	12.50	828	23.32	415	6.69	0.15	0.0033	0.06	0.0033	
29.12.89	L-13		4960	7.90	575	25.0	4.0	0.10	260	14.00	122	11.00	417	6.64	980	20.42	622	17.52	384	6.19	0.07	0.0015	0.02	0.0011	
29.12.89	L-14		3430	7.60	299	13.0	4.0	0.19	260	13.00	120	10.00	456	7.48	644	13.42	398	11.21	279	4.50	0.04	0.0009	0.02	0.0011	
29.12.89	F-02		3575	7.50	196	6.5	7.3	0.20	280	19.50	168	14.00	478	7.34	980	20.42	460	12.96	69	1.11	0.15	0.0033	0.02	0.0011	
29.12.89	F-02		3475	7.60	262	11.0	15.6	0.37	260	15.00	120	10.00	550	9.02	970	20.21	270	7.61	20	0.33	0.15	0.0033	0.03	0.0017	
29.12.89	L-15		965	8.00	79	3.4	5.5	0.14	100	5.00	48	4.00	379	6.21	72	1.50	106	2.99	124	2.90	0.05	0.0011	0.03	0.0017	
29.12.89	L-15		723	7.50	27	1.0	4.0	0.10	80	4.00	36	3.00	312	5.11	70	1.46	27	0.76	60	1.10	0.03	0.0007	0.02	0.0011	



Fecha	Sen. Pri. Cond.	pH	Li	Na	K	Ca	Ca	Ca	Mg	HCO3	HCO3	SO4	SO4	Cl	Cl	NO3	NO3	NO2	NO2	NH4	NH4		
	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		
20-12-83	L-15	890	8.00	53	2.3	1.2	0.63	130	5.00	48	4.00	408	6.70	92	1.92	43	1.21	93	1.50	0.67	0.0015	0.03	0.0017
20-12-83	L-13	1550	7.90	72	3.1	1.7	0.05	140	7.00	72	5.00	306	5.02	234	5.92	95	2.68	174	2.81	0.67	0.0015	0.03	0.0017
20-12-83	L-15	1510	7.90	134	4.5	0.2	0.02	140	7.00	60	5.00	415	6.80	230	4.95	135	3.80	81	1.21	0.65	0.0011	0.02	0.0011
20-12-83	L-20	1340	7.90	115	5.0	1.2	0.05	140	7.00	60	5.00	400	6.70	230	5.00	131	3.50	93	1.50	0.65	0.0011	0.02	0.0011
20-12-83	P-03	3820	7.50	210	8.5	7.3	0.20	220	16.00	165	14.00	460	7.54	1131	24.50	200	5.65	29	0.45	0.05	0.0011	0.02	0.0011
20-12-83	P-03	2855	7.50	181	7.0	7.5	0.20	230	14.00	172	11.00	405	6.84	922	19.21	230	6.48	15	0.24	0.05	0.0011	0.01	0.0010
04-12-83	L2014	59	8.00	5	0.2	0.20	6	0.20	2	0.20	10	0.20	10	0.20	11	0.20	11	0.20	10	0.20	0.0000	0.0000	0.0000
05-12-83	L2014	72	8.00	5	0.2	0.20	12	0.20	5	0.20	5	0.20	5	0.20	5	0.20	5	0.20	5	0.20	0.0000	0.0000	0.0000
09-12-83	L2014	62	8.10	5	0.2	0.20	6	0.20	2	0.20	11	0.20	11	0.20	6	0.17	26	0.42	0.40	0.0000	0.0000	0.0000	
12-12-83	L2014	60	8.00	5	0.2	0.20	6	0.20	2	0.20	11	0.20	11	0.20	6	0.17	26	0.42	0.40	0.0000	0.0000	0.0000	
05-02-80	L2014	55	8.00	5	0.2	0.20	12	0.20	5	0.20	11	0.20	11	0.20	6	0.17	26	0.42	0.40	0.0000	0.0000	0.0000	
10-01-80	L-02	1052	7.20	90	3.0	15.2	0.23	160	8.00	72	6.00	545	9.00	255	5.31	78	2.20	112	1.81	0.20	0.0015	0.10	0.0015
23-01-80	L-02	5240	7.80	425	13.5	0.2	0.02	250	18.00	234	17.00	525	10.30	1733	36.10	338	9.70	50	1.29	0.67	0.0015	0.05	0.0015
23-01-80	L-04	3745	7.70	321	27.0	0.2	0.02	230	36.00	312	21.00	583	9.56	2040	42.50	1200	32.80	527	9.50	0.20	0.0015	0.10	0.0015
23-01-80	L-05	19275	7.80	1024	44.5	4.2	0.11	250	37.50	340	45.00	929	10.21	2175	45.31	2250	57.38	459	7.40	0.10	0.0012	0.05	0.0012
23-01-80	L-05	3510	7.50	127	10.3	2.1	0.10	200	10.00	120	10.00	531	8.70	562	11.71	149	4.20	105	1.71	0.05	0.0011	0.02	0.0011
23-01-80	L-07	3540	7.40	225	3.8	4.7	0.12	200	15.00	152	13.00	684	10.35	876	14.50	249	7.88	233	4.58	0.07	0.0015	0.03	0.0017
23-01-80	P-01	2955	7.70	297	9.0	13.7	0.47	230	14.00	122	11.00	574	9.41	700	14.38	293	8.25	28	0.45	0.14	0.0010	0.05	0.0012
23-01-80	P-01	35078	7.50	900	20.0	22.2	0.74	250	28.00	304	42.00	225	5.33	13530	281.25	2950	33.10	18	0.28	0.05	0.0010	0.05	0.0010
23-01-80	L-03	2250	8.00	122	5.3	23.5	0.71	200	10.00	53	3.00	482	8.20	495	10.31	125	3.83	144	2.82	0.50	0.0010	0.10	0.0010
23-01-80	L-03	2090	7.80	197	5.4	20.0	0.73	220	11.00	203	9.00	494	8.10	480	10.00	146	4.11	162	4.85	0.40	0.0010	0.10	0.0010
23-01-80	L-03	3750	7.90	140	6.1	2.2	0.08	250	13.00	125	13.00	525	8.51	500	12.50	195	5.82	182	3.88	0.65	0.0011	0.02	0.0011
23-01-80	L-03	2740	7.90	150	6.5	3.1	0.15	250	12.00	120	12.00	458	7.51	576	12.00	253	7.41	150	3.42	0.63	0.0011	0.02	0.0017
23-01-80	L-03	4975	7.80	414	18.0	1.5	0.05	220	18.00	142	12.00	529	8.67	797	15.50	645	13.20	194	3.13	0.20	0.0015	0.02	0.0011
23-01-80	L-03	7910	7.80	227	9.0	10.5	0.26	240	16.00	156	12.00	373	8.21	827	14.51	478	13.41	415	8.71	1.07	0.0015	0.05	0.0012
23-01-80	L-03	4050	7.30	427	12.0	5.3	0.15	250	14.00	155	13.00	484	7.61	577	14.10	328	20.51	200	3.23	0.05	0.0011	0.02	0.0011
23-01-80	L-02	5495	7.80	368	16.0	3.0	0.20	260	19.00	160	15.00	470	7.70	520	12.92	356	14.30	521	2.40	0.43	0.0015	0.05	0.0012
23-01-80	L-02	5420	7.60	321	12.0	2.0	0.10	320	13.00	162	11.00	324	8.20	376	12.00	419	11.80	260	2.83	0.05	0.0010	0.05	0.0010
23-01-80	L-04	3521	7.70	321	15.5	2.1	0.10	250	13.00	162	11.00	324	8.20	376	12.00	419	11.80	260	2.83	0.05	0.0010	0.05	0.0010
23-01-80	P-02	3725	7.80	220	10.0	15.3	0.43	400	20.00	160	15.00	518	6.47	1220	25.42	385	12.85	23	1.50	0.05	0.0011	0.02	0.0014
23-01-80	P-02	3605	7.80	220	10.0	15.2	0.38	350	15.00	155	12.00	529	6.82	1051	22.16	224	5.73	42	0.67	0.05	0.0012	0.05	0.0012
23-01-80	L-15	725	7.70	18	0.8	4.0	0.11	80	4.00	38	3.00	356	5.81	72	1.80	57	1.61	27	0.43	0.05	0.0011	0.02	0.0011
24-01-80	L-03	950	7.80	55	2.4	0.2	0.02	100	5.00	42	4.00	421	8.20	101	2.10	71	2.00	17	0.28	0.05	0.0011	0.02	0.0011
24-01-80	L-15	1455	7.50	76	3.4	2.0	0.05	140	7.00	72	6.00	342	5.81	327	6.81	107	2.01	42	0.83	0.02	0.0010	0.02	0.0011
24-01-80	L-03	1445	7.50	102	3.4	0.2	0.02	140	7.00	50	5.00	321	5.41	240	5.00	157	4.42	29	0.47	0.05	0.0011	0.02	0.0011
24-01-80	L-03	1592	7.80	122	5.7	0.3	0.02	140	7.00	30	5.00	427	7.00	274	5.71	143	4.03	50	0.76	0.03	0.0011	0.02	0.0011
24-01-80	L-02	2270	7.70	175	7.4	0.2	0.02	200	10.00	95	8.00	405	6.64	500	12.50	167	5.27	56	0.50	0.05	0.0011	0.02	0.0011
24-01-80	P-03	3545	7.50	223	10.0	12.1	0.20	320	15.00	144	12.00	475	7.84	1065	22.60	170	4.79	50	0.80	0.09	0.0010	0.02	0.0011
24-01-80	P-03	2165	7.50	154	8.0	12.0	0.20	240	12.00	100	10.00	453	7.43	800	16.87	211	5.54	23	0.23	0.04	0.0010	0.02	0.0011
24-01-80	L2014	71	8.20	3	0.2	0.20	10	0.20	2	0.20	27	0.20	27	0.20	15	0.20	15	0.20	10	0.15	0.0000	0.0000	0.0000
20-02-80	L-02	1705	7.80	27	3.0	9.1	0.24	140	7.00	72	6.00	342	8.20	344	8.21	75	2.11	25	0.58	0.04	0.0010	0.03	0.0017
20-02-80	L-03	3255	7.80	227	15.2	0.2	0.02	220	11.00	103	9.00	424	8.10	1018	21.21	210	5.92	13	0.23	0.07	0.0015	0.02	0.0011
20-02-80	L-04	8421	7.80	172	26.0	0.2	0.02	250	33.00	324	22.00	558	9.11	2073	43.31	1130	31.83	454	7.22	0.10	0.0012	0.05	0.0012
20-02-80	L-05	9841	7.80	1024	44.5	4.7	0.12	250	32.00	315	43.00	583	10.48	2000	41.67	2191	51.72	285	8.21	0.08	0.0017	0.03	0.0017
20-02-80	L-05	3270	7.80	283	11.4	2.1	0.08	240	12.00	120	10.00	513	8.41	898	19.71	267	7.52	45	0.73	0.03	0.0010	0.02	0.0011
20-02-80	L-07	2820	7.70	221	9.5	2.0	0.06	240	12.00	102	9.00	558	9.11	660	13.75	238	6.70	56	0.98	0.10	0.0012	0.05	0.0012
20-02-80	P-01	3580	7.70	280	11.3	14.3	0.35	220	14.00	144	12.00	582	8.34	950	19.79	277	7.60	60	0.67	0.08	0.0017	0.02	0.0011
20-02-80	P-01	34323	7.50	9055	282.0	22.0	0.55	540	28.00	483	46.00	543	9.20	11902	241.71	2929	32.51	7	0.11	0.10	0.0012	0.02	0.0011
20-02-80	L-05	1630	8.00	111	4.8	17.0	0.43	140	7.00	60	5.00	470	7.70	203	6.31	154	4.34	22	0.26	0.09	0.0010	0.02	0.0011
20-02-80	L-05	1320	8.10	113	4.9	23.0	0.70	120	6.00	60	5.00	507	8.31	183	3.81	153	4.31	62	1.00	0.07	0.0015	0.02	0.0011
20-02-80	L-05	2445	7.80	152	6.9	0.8	0.02	220	11.00	95	8.00	563	9.22	540	11.25	151	4.25	118	1.50	0.03	0.0010	0.01	0.0010
20-02-80	L-05	2710	7.80	146	6.1	1.5	0.04	260	13.00	120	10.00	446	7.21	540	11.25	274	7.72	180	2.90	0.05	0.0011	0.02	0.0011

Fecha	Sen.	Prf.Cond. (a) (uS/cm)	pH	Li (mg/l)	Na (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Mg (mg/l)	HCO3 (mg/l)	HCO3 (mg/l)	SO4 (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	Cl (mg/l)	NO3 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NH4 (mg/l)	NH4 (mg/l)
20.02.90	L-10	3190	7.90		249	10.8	0.8	0.02	240	12.00	132	11.00	553	9.07	800	16.67	226	6.37	116	1.87	0.04	0.0009	0.02	0.0011
20.02.90	L-10'	4835	7.90		345	15.0	4.0	0.10	380	19.00	192	16.00	542	8.39	615	12.31	678	19.10	608	9.31	0.07	0.0015	0.02	0.0011
20.02.90	L-11	2315	7.80		230	10.0	1.2	0.03	180	9.00	84	7.00	562	9.70	384	8.00	229	6.45	75	1.21	0.04	0.0009	0.01	0.0006
20.02.90	L-12	4150	7.70		315	13.7	2.0	0.05	320	16.00	163	14.00	547	9.00	845	17.50	430	12.11	300	4.34	0.09	0.0020	0.03	0.0017
20.02.90	L-13	4585	7.70		385	16.7	1.2	0.03	360	18.00	204	17.00	524	8.59	1124	23.42	448	12.62	408	6.58	0.06	0.0013	0.02	0.0011
20.02.90	L-14	4320	7.70		350	11.3	1.7	0.05	350	18.00	204	17.00	57	0.93	900	18.75	438	12.34	323	5.21	0.07	0.0015	0.04	0.0022
20.02.90	P-02'	4244	7.40		332	13.1	19.5	0.49	380	19.00	150	15.00	517	8.48	1119	23.31	394	11.10	304	4.90	0.50	0.0109	0.07	0.0029
20.02.90	P-02	3325	7.50		220	10.0	11.3	0.28	300	15.00	163	14.00	555	9.10	1095	22.31	25	0.69	29	0.47	0.09	0.0020	0.02	0.0011